COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 6 JUIN 1898,

PRÉSIDENCE DE M. WOLF.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ASTRONOMIE. — *Nouvelles études photographiques sur la surface de la Lune*; par MM. Lœwy et Puiseux.

« Nous avons eu récemment l'honneur de soumettre à l'Académie le troisième fascicule de l'Atlas photographique de la Lune, publié par l'Observatoire de Paris. A cette occasion, nous avons tenté de résumer en peu de mots le caractère général de chacune des nouvelles feuilles et de signaler les objets les plus remarquables qu'elles renferment. Nous voudrions aujourd'hui appeler l'attention sur certains faits mis en évidence par l'examen ou le rapprochement de ces épreuves. Les vues que nous nous sommes crus autorisés à émettre sur l'origine des accidents du sol lunaire, sur leur succession chronologique, pourront ainsi être discutées sur de plus nombreux exemples et complétées dans certaines parties.

» En premier lieu, nous observerons que la distribution de l'intensité

lumineuse sur le disque lunaire paraît obéir à quelques lois simples dont voici l'énoncé :

» 1° Abstraction faite des inégalités locales, il y a progression continue d'éclat quand on va du terminateur au bord éclairé, avec coïncidence approximative entre les courbes d'égal éclairement et les méridiens ;

» 2° Toutefois, sur un même méridien, une recrudescence appréciable se manifeste à proximité des pôles, notamment du pôle sud ;

» 3° Il y a aussi augmentation d'intensité dans le voisinage immédiat du bord, quelles que soient la latitude et la phase que l'on considère.

» La première loi comporte une explication théorique satisfaisante, si l'on regarde la Lune comme un globe uniforme dans sa constitution superficielle, dénué d'atmosphère appréciable, hors d'état d'exercer une réflexion spéculaire sensible, et renvoyant indifféremment vers tous les points de l'espace la lumière reçue. Dans ces conditions, l'intensité relative s'exprime simplement en fonction de la longitude et de la latitude sélénocentriques du lieu lunaire, ainsi que de la différence des longitudes de la Lune et du Soleil. On trouvera cette formule démontrée dans le Mémoire qui accompagne le troisième fascicule. On reconnaît ainsi que les courbes d'égal éclairement sont des méridiens, et que l'intensité croît du terminateur au bord.

» La légère dérogation à cette règle, qui se manifeste près des pôles, a déjà attiré notre attention dans la première partie du travail.

» Nous y avons vu la preuve que ces portions de l'écorce s'étaient solidifiées de bonne heure et avaient acquis rapidement une grande épaisseur. Par là les calottes polaires ont échappé aux inondations venues de l'intérieur qui ont transformé l'aspect de la région équatoriale. Elles se sont trouvées plus rapidement aptes à recevoir les dépôts de cendres de la période volcanique, causes principales des contrastes de teinte que nous observons aujourd'hui.

» On peut chercher à remonter plus loin et à rendre compte de cette solidification précoce des régions polaires. Il est évident d'abord que le refroidissement a dû y progresser plus vite sous l'influence d'un rayonnement solaire moins efficace. Nous ajouterons que les marées d'origine terrestre y provoquaient des oscillations moins amples que dans les régions équatoriales et animées d'une moindre vitesse de propagation. La soudure des scories superficielles s'est donc effectuée près des pôles avec une facilité bien plus grande.

» Arrivons maintenant au troisième fait, c'est-à-dire à l'augmentation anormale d'intensité lumineuse près du bord.

» Celle-ci ne peut être une conséquence du mode d'opération photographique adopté, qui serait, au contraire, de nature à l'atténuer. Elle se manifeste sous toutes les latitudes et dans toutes les phases. En particulier, les épreuves prises pendant l'éclipse partielle du 7 janvier 1898 montrent que l'accroissement d'intensité sur les bords est encore très sensible à l'opposition, c'est-à-dire au moment où le calcul assignerait au disque lunaire un éclat uniforme.

» Il semble qu'aucune théorie purement géométrique ne rende compte de cette apparence, si l'on ne suppose pas qu'elle tient réellement à l'état physique spécial de cette partie de la surface, c'est-à-dire que non seulement les calottes polaires, mais toutes les régions qui forment pour nous le contour apparent de la Lune sont, dans leur ensemble, de couleur plus claire que les autres parties du disque.

» Ici encore les marées d'origine terrestre, déjà étudiées à d'autres points de vue par MM. Faye et Poincaré, paraissent avoir joué un rôle essentiel. Leur caractère s'est totalement modifié du jour où la durée de la rotation de la Lune sur elle-même est devenue égale à celle de la révolution. Le flux périodique qui parcourait antérieurement toute la région équatoriale a fini par s'accumuler dans la portion du disque qui voit aujourd'hui la Terre près de son zénith. D'ailleurs notre globe, encore incandescent, pouvait alors constituer pour son satellite une source de chaleur importante. Les parties voisines du bord sont donc entrées à leur tour avant les autres parties de la surface dans cette période de température basse et de calme relatif qui a favorisé la consolidation des régions polaires. Ces considérations, tant géométriques que physiques, expliquent bien, à ce qu'il nous semble, la répartition apparente de lumière sur le disque de la Lune.

» Les caractères propres aux latitudes élevées sont bien mis en évidence dans les nouvelles feuilles. Pas plus sur un pôle que sur l'autre, nous ne trouvons d'indication d'un revêtement de glace ni de signes d'une érosion active. Mais la différence d'aspect entre les deux calottes polaires n'en est pas moins très prononcée. Au sud, les cirques vastes et profonds s'accumulent au point de rendre presque indiscernable le relief antérieur, constitué par une série de rides parallèles. Vers la limite nord du disque, les formes circulaires régulières demeurent à l'état d'exception. Les mers s'avancent ici jusque sous des latitudes très élevées. Les plis de terrain qui en émergent n'ont qu'une médiocre saillie, et se disposent en réseau, de manière à encadrer des bassins quadrangulaires. La différence d'aspect

qui existe aujourd'hui entre les deux pôles indique, croyons-nous, que l'inclinaison de l'axe de rotation de la Lune sur le plan de l'orbite a dû subir des variations importantes. La même conclusion s'est déjà présentée à nous comme conséquence de la distribution des mers en ceinture inclinée sur l'équateur, et l'on sait que M. Darwin et d'autres géomètres y ont été conduits par des raisons tirées de la Mécanique céleste.

» La rareté relative des accidents volcaniques dans la partie nord y laisse mieux apercevoir les fragments de plateaux anciens, interposés entre les mers, plus ou moins rongés sur leurs bords par l'affaissement de celles-ci et devenus ainsi quelque peu semblables aux groupes de montagnes terrestres. Ces massifs, plutôt analogues à des amas de scories qu'à de véritables chaînes ramifiées, sont partagés en plusieurs fragments par des cassures rectilignes, dont la grande vallée des Alpes constitue l'exemple le plus célèbre et le plus net. Il semble difficile d'expliquer ces divisions, si l'on n'admet pas, avec le professeur Suess, que les portions séparées ont éprouvé, les unes par rapport aux autres, des mouvements de glissement ou de dérive.

» Si de ces traits généraux nous descendons dans le détail, nous trouvons de nombreux exemples venant à l'appui des vues que nous avons émises au sujet de la formation des cirques.

» On doit considérer comme accident volcanique, au sens large du mot, toute rupture d'équilibre qui amène à la surface déjà solidifiée des émissions de matières liquides, pulvérulentes ou gazeuses. Les déformations visibles et permanentes que de tels phénomènes peuvent produire se rangent dans trois catégories principales : apparition de crevasses ou de cônes éruptifs, épanchement de laves, dépôt de poussières ou de projectiles rejetés avec explosion.

» De pareilles traces se montrent d'autant plus fréquentes que l'on étudie de plus près la surface lunaire, et il est certain que, si les crevasses n'y adparaissent pas en plus grand nombre, la faute en est à l'insuffisance de nos moyens optiques; de même que, sur la Terre, les épanchements de lave se manifestent sous deux formes : soit en coulées qui rayonnent autour d'un orifice central, soit en nappes largement étalées le long du trajet d'une crevasse. Ce dernier mode paraît devoir être invoqué pour expliquer les différences de teintes que l'on remarque entre certaines régions contiguës, sans que la séparation corresponde à une ligne de niveau rigoureuse. Il se manifeste mieux encore par l'existence de veines saillantes et ramifiées, anciennes crevasses obstruées graduellement par des émissions

de laves, et encore dessinées en creux sur certaines portions de leur parcours.

» La disposition rayonnante apparaît avec une clarté particulière dans la partie nord-est de la Lune, autour des cirques Lalande, Képler, Aristarque et Copernic. Masquée au voisinage immédiat de l'orifice par des bourrelets concentriques, elle se révèle sur les pentes extérieures par des plis de terrain dirigés dans le sens de la pesanteur, s'efface au passage d'une sorte de couronne sombre et reparaît sous forme de larges traînées rectilignes, s'étendant à des centaines de kilomètres de distance. Il nous semble absolument logique d'expliquer les plis concentriques par des affaissements, les plis divergents par des coulées liquides, la couronne sombre par des accumulations de débris ou des nappes stagnantes, les traînées par le transport aérien des poussières. Si rare, aujourd'hui, qu'elle se dérobe à l'observation, l'atmosphère lunaire a pu, comme nous l'avons expliqué, posséder autrefois une densité suffisante pour servir de véhicule aux cendres volcaniques.

» L'unité d'origine des traînées d'un même système ne saurait faire doute un moment, bien que l'on puisse voir parfois leur direction, leur largeur et leur éclat subir des variations brusques, sans relation nette avec la distance au cratère central. Deux causes perturbatrices sont ici suggérées par l'observation des faits : l'une est la rencontre de hautes montagnes, capables de diviser les courants atmosphériques, de provoquer des chutes et des condensations abondantes ; l'autre, plus fréquente et plus efficace, est la présence de bassins déprimés, encore liquides à l'époque où les chutes de cendres se sont produites, hors d'état, par conséquent, de recevoir ou de conserver des dépôts superficiels.

» Quelques-uns de ces bassins profonds seraient-ils, aujourd'hui encore, imparfaitement desséchés, et leur état physique changerait-il, par suite, avec une exposition prolongée aux rayons solaires ? Les teintes vertes et rougeâtres que l'on constate, au voisinage du terminateur, dans l'intérieur de quelques cirques, portent à croire qu'il en est ainsi. Inférieure à l'œil dans l'appréciation des nuances, la Photographie reprend l'avantage pour l'enregistrement impartial des intensités lumineuses relatives. Elle a donc, sans contredit, le droit d'apporter son témoignage dans la question. La *Pl. XVII*, qui représente une région pour laquelle le Soleil se couche, doit être comparée, à ce point de vue, avec la *Pl. I*, où le jour commence sur les mêmes parages. Nous y trouvons des taches sombres, à fond plat, qui, dans l'intervalle, ont modifié leur teinte relativement aux plateaux

voisins d'une manière très sensible. La réalité de ce changement a été confirmée par l'examen d'une série de clichés, échelonnés dans les phases intermédiaires.

» Si l'on rapproche ces faits nouveaux de ceux que nous avons antérieurement recueillis, on ne trouvera point de difficulté à les faire rentrer dans un même cadre chronologique, et l'on pourra se faire une idée générale assez nette de la constitution et de l'histoire de notre satellite. Nous ne reprendrons point ici ce tableau d'ensemble, déjà esquissé comme conclusion du Mémoire qui accompagne la première partie de l'Atlas. Nous signalerons seulement, pour résumer ce qui précède, les principales questions dont ce troisième fascicule nous semble devoir fournir ou avancer la solution. Ce sont :

» Les causes de la solidification précoce et de la stabilité relative des régions polaires;

» L'origine de l'éclat plus vif que l'on remarque au voisinage des pôles, et, à un degré moindre, sur tout le bord apparent;

» L'interprétation de la différence d'aspect qui s'observe actuellement entre les calottes polaires;

» La nature volcanique des veines saillantes, des couronnes sombres et des traînées; les causes locales qui ont influé sur la répartition de celles-ci;

» La dessiccation tardive de quelques bassins déprimés; l'indication des points qui doivent faire l'objet d'une attention particulière, si l'on veut manifester la persistance, à l'heure actuelle, de certains changements périodiques à la surface de la Lune. »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur un nouvel électrodynamomètre absolu.*
Note de M. **Marcel Deprez.**

« Le seul instrument qui permette de mesurer directement l'intensité d'un courant en unités absolues est l'électrodynamomètre. La boussole des tangentes, en effet, ne mérite pas le nom d'*instrument absolu* parce qu'elle exige la connaissance de l'intensité du magnétisme terrestre à l'endroit où se fait l'expérience. Dans l'électrodynamomètre, au contraire, il suffit de connaître les dimensions exactes de l'enroulement des bobines, le moment d'inertie des pièces mobiles et la durée de leur oscillation, lorsqu'elles sont soumises à la seule influence des forces élastiques (que l'on

met ensuite en équilibre avec les forces électromagnétiques développées par le passage du courant), pour en conclure l'intensité du courant. La mesure de ces diverses quantités pouvant être faite directement sur l'appareil lui-même au moyen des instruments qui servent à mesurer les longueurs, la masse et le temps, on voit que l'épithète d'*absolu* convient parfaitement à l'électrodynamomètre.

» Toutefois il convient de se rappeler que les équations qui représentent la grandeur du couple exercé par les pièces fixes sur les pièces mobiles en fonction de l'intensité du courant ne sont qu'approximatives, et cette approximation n'est acceptable qu'à la condition que les bobines mobiles soient situées à une grande distance des bobines fixes, c'est-à-dire que le couple développé par le passage du courant soit très faible.

» J'ai cherché s'il serait possible de réaliser un système électrodynamique dans lequel les forces dues à l'action du courant fussent des fonctions *algébriques simples et rigoureusement exactes* des dimensions des circuits fixes et des circuits mobiles, sans que ces dimensions soient soumises à aucune condition restrictive, et j'ai été assez heureux pour trouver la solution de cet intéressant problème d'Électrodynamique.

» Supposons que l'on engendre un tore de révolution en faisant tourner une figure fermée, de *forme quelconque*, autour d'un axe vertical et que l'on enroule sur le tore un circuit solénoïdal parfaitement régulier, composé d'un nombre quelconque de couches de fil (c'est-à-dire non dénué d'épaisseur).

» Supposons, en outre, que, par un artifice de construction facile à trouver, on ait, avant d'enrouler le fil, introduit à l'intérieur du tore une bobine cylindrique à base circulaire recouverte d'un nombre quelconque de spires régulièrement enroulées. Les seules conditions que doit remplir cette bobine cylindrique sont les suivantes : 1° son axe de révolution doit être parallèle à celui du tore, de façon que toutes les spires soient parallèles au plan diamétral du tore; 2° elle doit être mobile autour d'un axe de rotation situé dans le plan diamétral du tore, perpendiculaire à l'axe de révolution de ce dernier et à l'axe de la bobine elle-même et passant par le centre de celle-ci.

» Si ces conditions sont remplies, je démontre que le couple C, qui tend à faire tourner la bobine cylindrique autour de l'axe de rotation qui vient d'être défini a pour valeur rigoureuse

$$C = \frac{2NII'\Sigma S}{a},$$

dans laquelle on désigne par

I et I′ les intensités des courants qui traversent respectivement les spires du tore et celles de la bobine;
ΣS la somme des surfaces embrassées par toutes les spires circulaires de la bobine mobile;
N le nombre total des spires enroulées sur le tore;
a la distance du centre de la bobine mobile au centre du tore ou à son axe de révolution. »

CHIMIE. — *Sur un nouvel élément constituant de l'air atmosphérique;* par MM. **William Ramsay** et **Morris-W. Travers.** (Traduction.)

« Nous nous proposons de donner, dans cette Note préliminaire, un résumé des expériences que nous avons faites depuis un an pour reconnaître si, outre l'azote, l'oxygène et l'argon, il n'existe pas dans l'air d'autres gaz qui ont échappé jusqu'ici à l'observation par suite de leur faible proportion.

» En collaboration avec miss Emily Aston, nous avons trouvé que l'azoture de magnésium obtenu en absorbant de l'azote atmosphérique, traité par l'eau, donne seulement une trace de gaz. Ce gaz est de l'hydrogène et provient d'une petite quantité de magnésium métallique qui n'a pas été convertie en azoture. Le fait que l'ammoniaque produite par un traitement à l'eau est pure a déjà été prouvé par lord Rayleigh; il a montré que l'azote qui en dérive possède sa densité normale. La magnésie résultant de l'azoture cède seulement à l'eau une trace de matière soluble consistant en oxyde hydraté et carbonate; les résultats de ces expériences ont donc été négatifs.

» Plus récemment, grâce à l'obligeance du Dr Hampson, nous avons pu avoir 750^{cc} d'air liquide. Nous avons fait évaporer lentement cette masse, à l'exception des dix derniers centimètres cubes; nous avons recueilli dans un récipient le gaz provenant de ce petit résidu; nous avons enlevé l'oxygène avec du cuivre métallique et l'azote à l'aide d'un traitement avec un mélange de chaux pure et de magnésium en poudre, suivi par l'action d'étincelles électriques en présence d'oxygène et de soude caustique, et nous avons obtenu finalement $26^{cc},2$ d'un gaz montrant faiblement le spectre de l'argon et de plus un spectre qui n'a, nous croyons, pas été aperçu jusqu'à présent.

» Nous n'avons pas encore réussi à séparer complètement le nouveau spectre de celui de l'argon; mais il est caractérisé par deux raies fort brillantes, dont l'une est presque identique en position à D_3 et presque aussi brillante. Des mesures faites avec un réseau de 14438 lignes par pouce, mis obligeamment à notre disposition par M. E.-C.-C. Baly, ont fourni les nombres suivants, les quatre lignes apparaissant dans le champ toutes à la fois :

D_1....... 5895,0
D_2....... 5889,0
D_3....... 5875,9
D_4....... 5866,65 + 1,7 pour réduction au vide.

» Il existe encore une raie verte, comparable en intensité à la ligne verte de l'hélium, et dont la longueur d'onde est 5566,3, et une ligne verte un peu plus faible, dont la longueur d'onde est 5557,3.

» Pour déterminer, dans la mesure du possible, quelles sont les lignes qui appartiennent au spectre de l'argon et quelles sont celles du nouveau gaz, les deux spectres ont été examinés en même temps avec le réseau, les spectres du premier ordre étant utilisés. Les raies, qui étaient absentes ou très faibles dans le spectre de l'argon, ont été attribuées au nouveau gaz. Leur intensité étant plus faible, les mesures de longueur d'onde qui suivent ne sont pas aussi précises que les trois mesures données plus haut; mais nous regardons les trois premiers chiffres significatifs comme corrects.

Violet............	4317 4387 4461 4671
Bleu.............	4736 4807 4830 4834 4909
Vert.............	5557,3 5566,3
Jaune............	5829 5866,5
Orange..........	6011

» M. Baly a eu l'obligeance d'entreprendre l'étude du spectre, qui sera

publiée quand elle sera complète. Les nombres donnés plus haut suffisent à mettre hors de doute l'existence d'un nouveau gaz.

» La densité approchée du gaz a été mesurée en le pesant dans un ballon de $32^{cc},321$ de capacité sous une pression de $521^{mm},85$, à la température de $15°,95$. Le poids a été trouvé de $0^{gr},04213$; d'où l'on déduit une densité de 22,47, la densité de l'oxygène étant prise égale à 16.

» Après avoir fait passer l'étincelle électrique durant quatre heures en présence d'oxygène et de soude, nous avons fait une seconde mesure dans le même ballon. La pression était de $523^{mm},7$ et la température de $16°,45$. Le poids trouvé a été de $0^{gr},04228$; d'où l'on déduit une densité égale à 22,51.

» La longueur d'onde du son a été déterminée, dans ce gaz, par la méthode décrite dans les recherches sur l'argon. On a trouvé :

	I.	II.	III.
Longueur d'onde dans l'air....................	34,17	34,30	34,57
Longueur d'onde dans le gaz.................	29,87	30,13	»

Introduisant ces nombres dans la formule

$$\lambda^2_{\text{air}} \times \text{densité}_{\text{air}} : \lambda^2_{\text{gaz}} \times \text{densité}_{\text{gaz}} = \gamma_{\text{air}} : \gamma_{\text{gaz}},$$

il vient

$$(34,35)^2 \times 14,479 : (30)^2 \times 22,47 = 1,408 : 1,666;$$

ce qui montre que, comme l'argon et l'hélium, le nouveau gaz est monoatomique et représente un corps simple.

» De ce qui précède nous pouvons conclure que l'atmosphère contient un gaz nouveau, doué d'un spectre caractéristique, plus lourd que l'argon et moins volatil que l'azote, l'oxygène et l'argon; le rapport de ses deux chaleurs spécifiques conduit à penser qu'il est monoatomique et représente un élément. Si cette conclusion est fondée, nous proposons de le nommer *krypton*, c'est-à-dire « caché ». Son symbole serait Kr.

» Il est naturellement impossible de fixer positivement la place que ce nouvel élément de l'atmosphère doit occuper dans la Table périodique des corps simples.

» Le nombre 22,5 représente une densité minimum. S'il nous est permis de hasarder une conjecture, le krypton se trouvera avoir la densité 40, avec le poids atomique correspondant 80 [1], et se placera dans les séries

---

[1] It is that krypton will turn out to have the density 40, with a corresponding atomic weight 80.

de l'hélium. Cette dernière conjecture est rendue vraisemblable par son inertie en présence du calcium et du magnésium au rouge, d'une part, et en présence de l'oxygène et de la soude caustique sous l'influence des étincelles électriques, d'autre part. Nous nous proposons de préparer le nouveau gaz en plus grande quantité et d'essayer de le séparer de l'argon d'une manière plus complète par distillation fractionnée.

» On peut remarquer, en passant, que MM. Kayser et Friedländer, qui ont cru observer la raie D_3 dans l'argon de l'atmosphère, ont probablement été trompés par la grande proximité de la brillante raie jaune du krypton avec la raie de l'hélium.

» Si nous admettons la vérité de l'hypothèse du Dr Johnstone Stoney, d'après laquelle il existerait dans l'atmosphère des gaz plus lourds que l'ammoniaque, il n'est nullement improbable qu'un gaz plus léger que l'azote puisse aussi être découvert dans l'air. Nous avons déjà passé plusieurs mois à tout préparer pour la recherche d'un tel gaz et nous pensons être d'ici peu en mesure de dire si cette supposition est fondée. »

M. **Berthelot** fait observer que la forte raie verte 5566,3 du krypton coïncide sensiblement avec la brillante raie n° 4 (5567) de l'aurore boréale. Dès lors on pourrait peut-être désigner ce gaz sous le nom plus harmonieux d'*éosium,* nom qu'il prend la liberté de suggérer à M. Ramsay.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

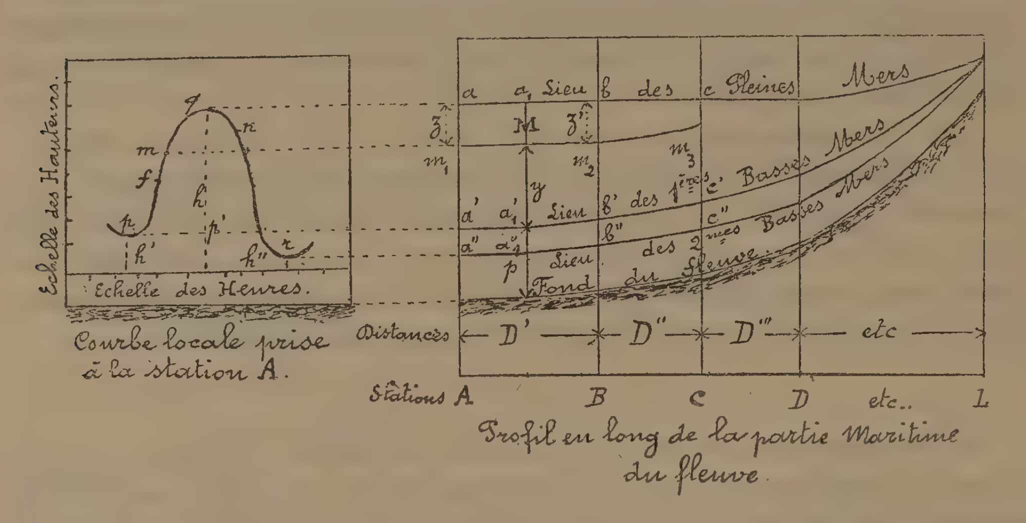
HYDRAULIQUE. — *De la propagation et de la déformation de l'onde-marée qui remonte dans les fleuves.* Mémoire de M. **Partiot**, présenté par M. Bouquet de la Grye. (Extrait par l'Auteur.)

(Commissaires : MM. Bouquet de la Grye, de Bussy, Hatt.)

« L'amélioration de la navigation dans une rivière à marée nécessite souvent la connaissance préalable des changements de régime qu'amèneront les travaux. Pour s'en rendre compte, il faut déterminer les courbes locales futures de la marée sur divers points. On déduit de ces courbes les profils en long momentanés du cours d'eau et, de ceux-ci et du débit

d'amont, les volumes d'eau qui passent dans un profil en travers entre deux moments donnés. L'on en conclut la largeur correspondant à une profondeur voulue.

» Pour avoir approximativement les courbes locales, on commence par déterminer les lieux géométriques de la pleine et de la basse mer pour une marée de vive eau. Puis on suppose que les cotes m, m_1 de la courbe locale connue d'un profil en travers A soient le point de départ de petites ondes



élémentaires qui arrivent aux profils B, C, ..., E à des distances am_1, bm_2, ... de la pleine mer proportionnelles aux amplitudes aa', bb', ... de la marée dans chaque profil en travers, et que ces petites ondes se propagent suivant les lignes m, m_1, m_2, ... avec des célérités données par l'une des formules connues. Connaissant ainsi, pour chaque profil, la cote de hauteur m_2 de toutes les petites ondes et les heures de leur arrivée, on peut tracer les courbes locales pour les divers profils. Le choix à faire entre les formules est l'objet que je me suis proposé.

» Pour faire ce choix, j'ai pris une marée de vive eau observée sur la Gironde et la Garonne; j'ai admis comme connus les lieux des pleines et des basses mers sur ces deux fleuves et les profondeurs qui s'y trouvent. J'ai calculé les cotes de chaque onde élémentaires et son heure d'arrivée dans chaque station hydrométrique par les cinq formules qui suivent :

(1) $$k = \sqrt{gP},$$

(2) $$k = 3\sqrt{gy} - 2\sqrt{gh},$$

$$(3)\qquad k=\sqrt{gp}+m(\sqrt{ga}+\sqrt{gb}+\ldots+\sqrt{gm}),$$

$$(4)\qquad k=\sqrt{gp\left[1+\frac{\varepsilon}{2p}\left(3+\frac{\varepsilon}{p}\right)\right]},$$

$$(5)\qquad \omega=\sqrt{g\mathrm{H}}\left(1+\frac{3k'}{4\mathrm{H}}\right).$$

J'ai ensuite dessiné sur les mêmes feuilles les courbes locales observées à l'échelle et celles correspondantes calculées pour chacune de ces formules. Les différences se sont montrées de suite et j'ai cru devoir préférer la formule (5), qui est celle donnée par M. Boussinesq.

» *Observations directes de l'onde-marée. Modifications de sa forme.* — L'étude de l'onde-marée dans la Garonne a démontré que les ondes élémentaires négatives de la marée descendante ont une célérité plus grande que les ondes élémentaires positives de la marée montante. Ce fait, qui concorde avec les indications de la formule des célérités, permet d'expliquer les modifications que subit la forme de l'onde marée quand elle remonte un fleuve ou se propage dans un estuaire. La comparaison des célérités moyennes observées dans les sections de By à Pauillac et de Pauillac à Bordeaux a fait voir que l'amélioration de la navigation de la Garonne ferait parvenir la pleine mer quarante-trois minutes plus tôt à Bordeaux. Elle a aussi démontré que l'application du mode de calcul adopté et de la formule (5) donnerait alors, à cinq minutes près, la même heure d'arrivée du plein dans la même ville, après un parcours de plus de 95^{km}. »

MM. Cornu et de Lapparent sont adjoints à la Commission chargée d'examiner un Mémoire de M. *A. Marx*, ayant pour titre : « L'éther, principe universel des forces ».

CORRESPONDANCE.

M. le Secrétaire perpétuel signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, une Brochure de M. *Paul Fabre* intitulée : « Coup d'œil sur la Géographie médicale ». (Présentée par M. Lannelongue.)

GÉOMÉTRIE. — *Sur les surfaces à courbure totale constante.* Note de M. C. **Guichard**, présentée par M. Darboux.

« Examinons maintenant la deuxième hypothèse.

» II. Le réseau T est considéré comme un réseau 2 C, $p^2 + 1 \gtrless 0$. Il y a encore deux espèces de réseaux C :

» 1° Les réseaux N pour lesquels :

$$\frac{1}{\rho} = a_1 x_1 + a_2 x_2 + a_3 x_3 + a_4 x_4, \qquad a_1^2 + \ldots + a_4^2 = 0.$$

» Prenons par exemple $\frac{1}{\rho} = x_3 + i x_4$. Les coordonnées des deux réseaux applicables $N(X_1, X_2, X_3)$, $N'(Y_1, Y_2, Y_3)$ sont :

$$X_1 = \rho\alpha_1, \qquad X_2 = \rho\alpha_2, \qquad X_3 = \rho\alpha_3;$$
$$Y_1 = \rho x_1, \qquad Y_2 = \rho x_2, \qquad Y_3 = \rho x_3 = \mu\rho.$$

» Ces réseaux sont C et 2O, la coordonnée complémentaire est

$$\zeta = i\rho = \frac{i}{\mu} Y_3.$$

» Le réseau N′ est donc parallèle à un réseau C de la quadrique de révolution :

$$(1) \qquad Y_1^2 + Y_2^2 + Y_3^2 - \frac{1}{\mu^2} Y_3^2 = 1.$$

Le réseau N coupe le réseau A suivant une congruence (G) qui reste une congruence C et 2O. Un réseau parallèle à (G) admettrait une congruence harmonique parallèle au réseau N ; cette congruence harmonique serait C, 2O, donc les congruences (G) sont parallèles aux réseaux C d'une quadrique de révolution [distincte de la quadrique (1)].

» Inversement, soit $N'(Y_1, Y_2, Y_3)$ un réseau C de la quadrique (1) applicable sur un réseau $N(X_1, X_2, X_3)$. Ces réseaux N et N′ peuvent être considérés d'abord comme des réseaux 2O, la coordonnée complémentaire étant

$$\zeta = \frac{i}{\mu} Y_3.$$

A la solution $\theta = \zeta = \frac{i}{\mu} Y_3$ correspond une congruence G harmonique au

réseau N. Cette congruence est C puisque $\theta = \zeta$; elle est 2O puisque $\theta = \frac{i}{\mu} Y_3$.

» Ces réseaux N et N′ peuvent aussi être considérés comme des réseaux 3O, les coordonnées complémentaires étant

$$\xi = Y_1 \frac{1}{\sqrt{\mu^2 - 1}}, \qquad \zeta = Y_2 \frac{1}{\sqrt{\mu^2 - 1}},$$

car on a bien

$$Y_1^2 + Y_2^2 + Y_3^2 + \xi^2 + \zeta^2 = \frac{\mu^2}{\mu^2 - 1}.$$

» Cela posé, à la solution

$$\theta = \xi + i\zeta = \frac{1}{\sqrt{\mu^2 - 1}} (Y_1 + i Y_2)$$

correspond une congruence H, harmonique au réseau N; cette congruence est C parce que $\theta = \xi + i\zeta$; elle est O parce que $\theta = \frac{1}{\sqrt{\mu^2 - 1}} (Y_1 + i Y_2)$; cette congruence H est donc une congruence T; il en est de même de la congruence K qui correspond à la solution $\theta = \xi - i\zeta$.

» Le point de rencontre des congruences G et H décrit un réseau T, il correspond sur le réseau N′ à l'intersection de ce réseau avec une droite isotrope du plan de l'équateur; donc :

» *La déformation des quadriques de révolution à centre et celle de la sphère sont deux problèmes équivalents.*

» *Si l'on déforme une quadrique de révolution à centre, au point d'intersection d'une droite isotrope fixe, de l'équateur avec le plan tangent correspond sur le plan tangent de surface applicable un point qui décrit une surface ayant même représentation sphérique de ses lignes de courbure qu'une surface à courbure totale constante.*

» Les deux réseaux O conjugués à la congruence G sont des réseaux T. Il y a là une *transformation nouvelle* des surfaces à courbure totale constante.

» 2° Les réseaux P pour lesquels

$$\frac{1}{\rho} = a_1 x_1 + a_2 x_2 + a_3 x_3 + a_4 x_4 + a_5 x_5,$$
$$a_1^2 + \ldots + a_5^2 = 0 \qquad a_5 \gtrless 0.$$

» Prenons par exemple $\frac{1}{\rho} = x_4 + i x_5$. Les coordonnées des deux réseaux applicables sont $P(\rho\alpha_1, \rho\alpha_2, \rho\alpha_3)$ et $P'(\rho x_1, \rho x_2, \rho x_3)$.

» Le réseau P coupe le réseau A suivant une droite qui décrit une con-

gruence (L). Cette congruence est C et 3 O. Parmi les réseaux harmoniques se trouvent : le réseau A qui est O, 2C ; le réseau P qui est 2O, C et le réseau $P_{1'}$ correspondant à $\frac{1}{\rho} = x_4 - ix_5$ qui est aussi 2O, C. Ces trois réseaux appartiennent à la même série.

» Cela posé, si l'on considère la surface

$$(2)\qquad Y_1^2 + Y_2^2 + Y_3^2 + (Y_1 + iY_2 + aY_3)(Y_1 + iY_2 + bY_3) = 1,$$

les réseaux de cette surface sont 3 O ; les coordonnées complémentaires ξ et η étant données par les formules

$$\xi + i\eta = Y_1 + iY_2 + aY_3,$$
$$\xi - i\eta = Y_1 + iY_2 + bY_3.$$

Prenons un réseau C de cette surface ; aux solutions $\theta = \xi + i\eta$ ou $\theta = \xi - i\eta$ correspondent sur la surface applicable des congruences C et 2 O ; à la solution $\theta = b(\xi + i\eta) - a(\xi - i\eta)$ correspond une congruence 2C, O. On en déduit facilement que, si $ab + 1 \gtrless 0$, les congruences (L) sont parallèles aux réseaux applicables sur les surfaces (2) ; donc :

» *Si* $ab + 1 \gtrless 0$, *la déformation des surfaces* (2) *et celle de la sphère sont deux problèmes équivalents.* »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les systèmes d'équations différentielles auxquels satisfont les fonctions quadruplement périodiques de seconde espèce.* Note de M. **Martin Krause**, présentée par M. Émile Picard.

« C'est à la fin d'une Note antérieure (23 mai 1898) que j'ai indiqué le cas général des fonctions hyperelliptiques de premier ordre. Je vais traiter maintenant ce cas tout en renvoyant de nouveau à un travail de M. Fuchs (*Nachrichten der K. Gesellschaft der Wissenschaften zu Göttingen*, 1878).

» I. Nous posons

$$(1)\qquad \begin{cases} R(z) = z(1-z)(1-k^2 z)(1-\lambda^2 z)(1-\mu^2 z) \\ \qquad\;\; = r_0 z^5 + r_1 z^4 + r_2 z^3 + r_3 z^2 + r_4 z \end{cases}$$

et définissons les grandeurs $t_1, t_2, \ldots, t_m$ comme des racines d'une équation algébrique de $m^{\text{ième}}$ degré choisie tout d'abord arbitrairement

$$(2)\qquad G(t) = \sum_{s=0}^{s=m} p_s t^{m-s} = 0;$$

prenons pour base de notre considération l'équation connue

$$(3) \qquad R(z)\frac{\partial^2 Z}{\partial z^2} + \frac{1}{2}R'(z)\frac{\partial Z}{\partial Z} = \frac{Z}{4}(Az^3 + Bz^2 + Cz + D),$$

où A, B, C, D signifient quatre grandeurs constantes. La question est de savoir quand ses intégrales auront la forme

$$(4) \qquad Z = G(z)^{\frac{1}{2}} e^{\pm\sqrt{-\frac{l}{4}}\int\frac{dz}{G(z)\sqrt{R(z)}}}.$$

» Il faut pour cela

$$(5) \qquad \varepsilon_s\sqrt{-l} = G'(t_s)\sqrt{R(t_s)} \qquad (s = 1, 2, \ldots, m;\ \varepsilon_s = \pm 1),$$

d'où résultent, pour les grandeurs A, B, C, D, les valeurs

$$(6) \qquad \begin{cases} A = m(m+3)r_0, \\ B = m(m+2)r_1 - (2m+1)p_1 r_0, \\ C = m(m+1)r_2 - 2mp_1r_1 + 2mp_1^2 r_0 - 2(2m-1)p_2 r_0, \\ D = m^2 r_3 - (2m-1)p_1 r_2 + (2m-1)p_1^2 r_1 - (2m-1)p_1^3 r_0 \\ \qquad - 2(2m-2)p_2 r_1 + (6m-5)p_1 p_2 r_0 - 3(2m-3)p_3 r_0. \end{cases}$$

» La grandeur p_1 reste arbitraire, tandis que les autres se déterminent par les formules suivantes :

$$(7) \qquad (m-s)q_s = q'_s,$$

$$(8) \qquad q_s = \sum_{\nu=-1}^{\nu=3}(m-s-\nu)(2m-2s-\nu)p_{s+\nu}r_{3-\nu},$$

$$(9) \qquad \begin{cases} q'_s = 2(m-s)p_s D + (2m-2s-1)p_{s+1}C \\ \qquad + (2m-2s-2)p_{s+2}B + (2m-2s-3)p_{s+3}A; \end{cases}$$

s peut prendre les valeurs $-3, -2, \ldots, m$; p_s est zéro pour $s < 0$ et $s > m$.

» II. La représentation des intégrales par les fonctions thêta est achevée, en substance, dans la Note antérieure. Par rapport à ce point, je renvoie à un travail de M. Staude, au Tome 8 des *Acta mathematica*.

» Nous introduisons deux variables indépendantes z_1 et z_2 et posons

$$(10) \qquad \begin{cases} Z_1 = G(z_1)^{\frac{1}{2}} e^{-\sqrt{-\frac{l}{4}}\int\frac{dz_1}{G(z_1)\sqrt{R(z_1)}}}, \\ Z_2 = G(z_2)^{\frac{1}{2}} e^{\sqrt{-\frac{l}{4}}\int\frac{dz_2}{G(z_2)\sqrt{R(z_2)}}}. \end{cases}$$

» Puis, supposons que les grandeurs $a_1^{(s)}$, $a_2^{(s)}$ satisfassent aux équations

$$(11)\qquad \vartheta_3[a_1^{(s)}, a_2^{(s)}] = 0;$$

en outre, doivent exister, d'après Rosenhain, les équations

$$(12)\qquad \frac{\vartheta_1^2[a_1^{(s)}, a_2^{(s)}]}{\vartheta_0^2[a_1^{(s)}, a_2^{(s)}]} = \frac{\lambda\mu}{k} t_s, \quad \ldots,$$

et enfin les conditions suivantes doivent être vérifiées

$$(13)\qquad \varepsilon_s\sqrt{-l} = G'(t_s)\sqrt{R(t_s)}.$$

» La grandeur Z_1 se divise alors en une série de facteurs de la forme

$$Z_1 = \Pi Z_1^{(s)},$$

$$(14)\qquad Z_1^{(s)} = \sqrt{z_1 - t_s}\, e^{-\varepsilon_s\sqrt{\frac{R(t_s)}{4}}\int\frac{dz_1}{(z_1-t_s)\sqrt{R(z_1)}}}.$$

» D'une manière analogue nous pouvons poser

$$Z_2 = \Pi Z_2^{(s)},$$

$$(15)\qquad Z_2^{(s)} = \sqrt{z_2 - t_s}\, e^{\varepsilon_s\sqrt{\frac{R(t_s)}{4}}\int\frac{dz_2}{(z_2-t_s)\sqrt{R(z_2)}}}.$$

» En procédant ainsi, nous sommes arrivé aux résultats de la Note antérieure, et trouvons

$$(16)\qquad Z_1^{(s)}Z_2^{(s)} = \frac{\vartheta_0\vartheta_1(v+a)}{\vartheta_0(a)\vartheta_0(v)}\, e^{-\sum\frac{\partial}{\partial\alpha_\varepsilon}\log\vartheta_0(a)\,u_\varepsilon - \frac{k}{2\lambda\mu}\frac{\partial}{\partial\alpha_2}\frac{\vartheta_1^2(a)}{\vartheta_0^2(a)}u_1}$$

pour $a_1 = a_1^{(s)}$, $a_2 = a_2^{(s)}$.

» En introduisant les grandeurs u_1 et u_2, nous obtenons les équations différentielles

$$(17)\qquad \frac{\partial^2 Z}{\partial u_1^2} - 2z_1\frac{\partial^2 Z}{\partial u_1\partial u_2} + z_1^2\frac{\partial^2 Z}{\partial u_2^2} - 2R(z_1)^{\frac{1}{2}}\frac{\partial Z}{\partial u_2} = Z(Az_1^3 + Bz_1^2 + Cz_1 + D),$$

$$(18)\qquad \frac{\partial^2 Z}{\partial u_1^2} - 2z_2\frac{\partial^2 Z}{\partial u_1\partial u_2} + z_2^2\frac{\partial^2 Z}{\partial u_2^2} + 2R(z_2)^{\frac{1}{2}}\frac{\partial Z}{\partial u_2} = Z(Az_2^3 + Bz_2^2 + Cz_2 + D),$$

$$(19)\qquad Z = Z_1 Z_2 = \Pi Z_1^{(s)} Z_2^{(s)} = \varphi_1(u).$$

» On peut déduire de ces deux équations les suivantes :

$$(20)\qquad \begin{cases} \dfrac{\partial^2\varphi_1}{\partial u_1^2} - z_1 z_2\dfrac{\partial^2\varphi_1}{\partial u_2^2} - \dfrac{1}{k\lambda\mu}\dfrac{\partial}{\partial u_2}\dfrac{\vartheta_1^2(v)}{\vartheta_0^2(v)}\dfrac{\partial\varphi_1}{\partial u_2} \\ \qquad = \varphi_1[-Az_1z_2(z_1+z_2) - Bz_1z_2 + D], \end{cases}$$

$$(21)\qquad \begin{cases} (z_1+z_2)\dfrac{\partial^2\varphi_1}{\partial u_1^2} - 2z_1z_2\dfrac{\partial^2\varphi_1}{\partial u_1\partial u_2} - \dfrac{1}{k\lambda\mu}\dfrac{\partial}{\partial u_1}\dfrac{\vartheta_1^2(v)}{\vartheta_0^2(v)}\dfrac{\partial\varphi_1}{\partial u_2} \\ \qquad = \varphi_1[-Az_1^2z_2^2 + Cz_1z_2 + D(z_1+z_2)], \end{cases}$$

où les grandeurs $z_1 z_2$ et $z_1 + z_2$ ont les valeurs

$$(22) \qquad z_1 z_2 = \frac{1}{k\lambda\mu} \frac{\vartheta_1^2(v)}{\vartheta_0^2(v)};$$

$$(23) \qquad (z_1 + z_2) = \frac{1}{k^2} + \frac{1}{k^2\lambda^2\mu^2}\left[k^4 \frac{\theta_1'(u_1)_0^2}{\vartheta_0^2} \frac{\vartheta_1^2(v)}{\vartheta_0^2(v)} + \frac{\theta_3'(u_2)_0^2}{\vartheta_0^2} \frac{\vartheta_3^2(v)}{\vartheta_0^2(v)}\right].$$

» Ces équations appartiennent de nouveau à celles sur lesquelles M. Picard et M. Appell ont porté les premiers l'attention et peuvent s'appeler *équations de Lamé-Hermite généralisées pour deux variables*. Dans ces considérations, on a supposé que l soit différent de zéro. Si l est égal à 0, on arrive à d'autres résultats se rapportant aux équations différentielles que Heine prend pour base des fonctions de Lamé d'un ordre supérieur. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les fonctions discontinues qui se rattachent aux fonctions continues*. Note de M. **R. Baire**, présentée par M. Appell.

« I. Parmi les fonctions discontinues d'une variable réelle, il peut être intéressant de rechercher celles qui se rattachent d'une certaine manière aux fonctions continues. On peut y parvenir en partant de la notion de fonction limite d'une suite de fonctions : on dira qu'une fonction $f(x)$ est la limite de la suite de fonctions $f_1(x), f_2(x), \ldots, f_n(x), \ldots$, dans un certain champ de variation de x, si, pour toute valeur x_0 appartenant à ce champ, la suite de quantités $f_1(x_0), f_2(x_0), \ldots, f_n(x_0), \ldots$ a pour limite $f(x_0)$.

» Considérons en premier lieu l'ensemble de toutes les fonctions continues; il existe des fonctions discontinues qui peuvent être considérées comme limites de fonctions continues; j'ai donné, dans ma Note du 21 mars 1898, la condition nécessaire et suffisante pour qu'une fonction possède cette propriété.

» Je dirai que les fonctions continues forment la classe 0, et que les fonctions discontinues limites de fonctions continues forment la classe 1. Une fonction de la première classe est donc représentable par une série convergente de fonctions continues, et même par une série convergente de polynomes.

» II. Supposons maintenant qu'on ait une suite de fonctions appartenant aux classes 0 ou 1, et possédant une fonction limite n'appartenant à aucune de ces deux classes. Je dirai que cette fonction limite est de la

seconde classe, et l'ensemble de ces fonctions formera la classe 2. Une fonction de classe 2 est ainsi développable en une série dont les termes sont des fonctions de classe 1, et *peut par conséquent être représentée par une série double dont les termes sont des polynomes.*

» Comme exemple simple d'une fonction de deuxième classe, je citerai la fonction $\varphi(x)$, définie dans l'intervalle $0 \leqq x \leqq 1$, qui prend la valeur 0 pour x rationnel et la valeur 1 pour x irrationnel. En effet, considérons la fonction $\varphi_n(x)$ qui prend la valeur 0 pour $x = \frac{p}{q}$, si q est $\leqq n$ et si $\frac{p}{q}$ est irréductible, et la valeur 1 pour toutes les autres valeurs de x. On voit que $\varphi(x)$ est la limite de $\varphi_n(x)$, quand n croît indéfiniment; de plus, chaque fonction $\varphi_n(x)$, n'ayant qu'un nombre fini de discontinuités, est de première classe; donc $\varphi(x)$ est de deuxième classe. Il résulte de là qu'il existe une série double

$$\Sigma_\alpha \Sigma_\beta P_{\alpha,\beta}(x),$$

les $P_{\alpha,\beta}$ étant tous des polynomes, qui est convergente pour chaque valeur de x comprise entre 0 et 1, à condition que la sommation soit effectuée d'abord par rapport à β, puis par rapport à α, et dont la somme est 0 quand x est rationnel, 1 quand x est irrationnel.

» III. De même que nous avons défini la classe 2, on pourra définir les fonctions de classe 3, 4, ..., n, ...

» Une fonction sera de classe n si elle est la limite d'une suite de fonctions appartenant aux classes 0, 1, 2, ..., $n-1$, et si elle n'appartient pas elle-même à l'une de ces classes. Une telle fonction, s'il en existe, pourra se représenter par une série d'ordre n, dont les termes seront des polynomes,

$$\Sigma_{\alpha_1} \Sigma_{\alpha_2} \ldots \Sigma_{\alpha_n} P_{\alpha_1, \alpha_2, \ldots, \alpha_n}(x).$$

» On peut aller plus loin, en se servant de la notion de nombre transfini. Si l'on a une suite de fonctions dont chacune appartient à l'une des classes 0, 1, 2, ..., n, ..., et s'il existe une fonction limite ne faisant partie d'aucune de ces classes, nous dirons qu'elle appartient à la classe ω. Nous concevons de même l'existence possible de fonctions appartenant à la classe α, α étant un nombre transfini quelconque de la deuxième classe de nombres.

» Il y a lieu d'énoncer ici le théorème suivant :

» *Considérons l'ensemble* E *de toutes les fonctions, continues ou discontinues, qui viennent d'être définies, c'est-à-dire l'ensemble des fonctions appar-*

tenant aux classes marquées par un nombre de la première ou de la deuxième classe de nombres. Si une suite de fonctions appartenant à l'ensemble E *a une fonction limite, cette fonction limite appartient aussi à l'ensemble* E.

» La démonstration de ce théorème se fait presque immédiatement, en se servant du résultat de M. Cantor : une suite dénombrable de nombres de la première ou de la deuxième classe a une limite supérieure qui est un nombre de ces mêmes classes.

» Il convient de remarquer que l'ensemble E a la puissance du continu, tandis que l'ensemble de toutes les fonctions discontinues a une puissance supérieure ; de sorte que l'ensemble E, tout en étant beaucoup plus général que l'ensemble des fonctions continues, ne forme qu'une catégorie très particulière de fonctions par rapport à l'ensemble de toutes les fonctions que l'on peut concevoir.

» IV. Il serait intéressant de pouvoir caractériser exactement les fonctions des différentes classes, comme il est possible de caractériser les fonctions de classe 1. En ce qui concerne les fonctions de classe 2, j'ai réussi seulement à obtenir des conditions nécessaires ; pour énoncer l'une de ces conditions, je poserai les définitions suivantes :

» Je dirai qu'un ensemble linéaire de points E est de *première catégorie*, s'il existe une infinité dénombrable d'ensembles E_1, E_2, ..., E_n, ..., dont chacun n'est dense dans aucune portion du continu, et telle que tout point de E fait partie de l'un au moins des ensembles E_n. Un ensemble qui ne satisfait pas à cette condition sera dit de *deuxième catégorie*. On a la propriété suivante : L'ensemble complémentaire (par rapport au continu) d'un ensemble de première catégorie est de deuxième catégorie.

» Considérons maintenant une fonction de x. Dans un intervalle ab, soient $M_0(ab)$ et $m_0(ab)$ les limites supérieure et inférieure de la fonction ; il existe entre ces nombres d'autres nombres, $M_1(ab)$ et $m_1(ab)$, possédant les propriétés suivantes : $M_1(ab)$ est la limite supérieure des nombres λ tels que les points où $f(x) > \lambda$ forment un ensemble de deuxième catégorie ; $m_1(ab)$ est la limite inférieure des nombres λ tels que les points où $f(x) < \lambda$ forment un ensemble de deuxième catégorie. En un point x_0, j'appellerai $M_1(x_0)$ et $m_1(x_0)$ les limites de $M_1(ab)$ et de $m_1(ab)$, quand on prend pour ab l'intervalle $(x_0 - \alpha, x_0 + \alpha)$ et qu'on fait tendre α vers 0. Posons, en outre, $\omega_1(x_0) = M_1(x_0) - m_1(x_0)$.

» Cela posé, *pour une fonction de deuxième classe, il existe dans tout intervalle des points où* $\omega_1(x_0) = 0$. »

OPTIQUE. — *Sur la détermination des numéros d'ordre de franges d'ordre élevé.* Note de MM. A. **Perot** et **Ch. Fabry**, présentée par M. A. Cornu.

« La méthode de détermination des numéros d'ordre dont nous avons donné le principe est basée sur l'emploi d'un certain nombre de radiations simples convenablement groupées deux à deux. Nous utilisons pour ces mesures les radiations rouge et verte du cadmium [1], employées par M. Michelson, et les radiations jaune et verte du mercure. Nous avons dû faire une étude préalable de ces dernières et en mesurer les longueurs d'onde; ce travail sera décrit dans une prochaine Communication. Dans ce qui suit, nous rapporterons tout aux franges données par la radiation verte du cadmium; c'est en franges de cette radiation que nous exprimerons les périodes de coïncidences ou de discordances.

» Nous grouperons les radiations employées de la manière suivante :

» 1° Les deux raies jaunes du mercure

$$(\lambda = 0^{\mu},57695984 \quad \text{et} \quad \lambda = 0^{\mu},57906593),$$

assez voisines dans le spectre, ont une période de 311,9 (en longueurs d'onde de la radiation verte du cadmium). L'observation des coïncidences se fait à une vingtaine de franges près, c'est-à-dire que, sur les vingt franges qui précèdent et les vingt franges qui suivent la coïncidence, la séparation n'est pas appréciable. (C'est à cause de la constitution de ces radiations que nous avons dû observer les coïncidences, au lieu des discordances.)

» 2° La raie verte du mercure ($\lambda_m = 0^{\mu},54607427$) et la raie verte du cadmium ($\lambda_c = 0^{\mu},50858240$) ont une période de 14,565137; nous observons les discordances, et l'observation détermine sans ambiguïté la frange pour laquelle ce phénomène se produit.

» 3° Les radiations rouge et verte du cadmium ($\lambda_r = 0^{\mu},64384722$), très différentes, ont une période de 4,759901. Nous observons les coïncidences et cette observation est rendue très facile par la grande différence de teinte des deux systèmes d'anneaux.

» Nous mesurons d'abord la distance des lames argentées avec une règle

---

[1] La raie bleue n'est pas assez étroite pour qu'on puisse utilement l'employer lorsque la différence de marche dépasse quelques centimètres.

divisée, de manière à savoir entre quelles coïncidences des deux raies jaunes sont les anneaux observés. Les coïncidences des radiations rouge et verte du cadmium se produisant à intervalles rapprochés, on en a toujours une dans le champ.

» Considérons l'un des anneaux verts qui encadrent cette coïncidence; soit K son numéro d'ordre, que nous nous proposons de déterminer. Supprimant la radiation rouge, nous superposons les radiations vertes du cadmium et du mercure, puis faisant varier lentement la distance des lames argentées, nous comptons le nombre de franges du cadmium qu'il faut faire passer, à partir de la frange K, pour arriver à la discordance des deux systèmes d'anneaux verts. Soit C ce nombre qui est nécessairement plus petit que 14 et inférieur à 7, si l'on a le soin de produire le déplacement dans le sens le plus favorable. Enfin, nous faisons encore varier la distance jusqu'à ce que nous arrivions à une coïncidence des deux raies jaunes du mercure, et pendant ce mouvement nous comptons les discordances des deux raies vertes qui passent; soit C′ ce nombre qui sera inférieur à une dizaine dans les circonstances les plus défavorables. Il a passé $C' \times 14,57$ franges vertes du cadmium. Soit enfin m le numéro de la coïncidence des deux radiations jaunes, que fait connaître la mesure approchée de l'épaisseur.

» Supposons, pour fixer les idées, que les deux mouvements effectués aient eu pour effet de rapprocher les lames argentées. Si la coïncidence des deux raies jaunes était exactement donnée par l'expérience, le numéro de la frange verte correspondant à la frange prise comme frange de coïncidence serait $311,9 \times m$ et la discordance des deux raies vertes voisines de K aurait pour numéro d'ordre

$$H = 311,9 \times m + 14,57 \times C'.$$

» En réalité, il y a, sur l'observation de la coïncidence des deux raies jaunes, une incertitude totale d'une quarantaine de franges. Le numéro d'ordre vrai de la discordance peut différer de 20 du nombre calculé H. On calculera alors les numéros des discordances des deux raies vertes comprises dans un intervalle de 20 franges de part et d'autre de H; il y en aura au moins 3 ou 4, parmi lesquelles se trouve celle qui a été observée au voisinage de la frange K. D'autre part, en ajoutant le nombre C au numéro de la frange de discordance, on doit tomber sur une coïncidence des raies verte et rouge du cadmium; ayant calculé une Table de ces coïncidences, le choix sera immédiat. Un contrôle important sera donné par ce fait que

les coïncidences des deux raies du cadmium ne sont pas toutes exactes. L'observation donne au jugé, avec une précision de $\frac{1}{10}$ à $\frac{2}{10}$, la fraction qui caractérise l'inexactitude de la coïncidence; la fraction calculée doit concorder avec la fraction observée.

» L'appareil interférentiel ne diffère que par quelques perfectionnements du spectroscope interférentiel que nous avons précédemment décrit. Nous n'avons rien eu à changer aux organes de réglage du parallélisme des surfaces, mais il a fallu perfectionner les organes de déplacement parallèle. Le patin qui porte l'une des lames argentées peut être déplacé dans les deux sens au moyen d'une vis, qui ne tourne pas, et dont l'écrou reçoit un mouvement de rotation au moyen d'une vis tangente. L'autre lame est portée par un fort ressort à lames d'acier, qu'un soufflet de caoutchouc plein d'eau permet de déprimer très légèrement; on a ainsi un déplacement de quelques franges, qui peut se faire dans les deux sens sans à-coup ni temps perdu.

» Le patin mobile porte une échelle divisée qui vise un microscope fixe; on a ainsi à chaque instant la distance approchée des lames argentées. L'observation des coïncidences des deux raies jaunes du mercure permet de déterminer la lecture qui correspond à la distance nulle et d'étalonner la règle divisée avec une précision suffisante.

» Les tubes à cadmiun et à mercure (tubes de M. Michelson), montés en série sur le circuit induit de la bobine, sont placés aux foyers de deux lentilles, dont les axes se rencontrent à angle droit. Au point d'intersection est placée une lame faiblement argentée, ou une pile de glaces, inclinée à 45°, que l'un des faisceaux traverse tandis que l'autre est réfléchi. On obtient ainsi la superposition complète des deux faisceaux, comme s'ils provenaient d'une même source lumineuse. Deux écrans mobiles, que l'observateur manœuvre au moyen de ficelles, permettent de supprimer la lumière de l'un ou l'autre tube.

» Dans l'observation des coïncidences, on se sert, pour éliminer les radiations que l'on ne veut pas utiliser, de liquides absorbants généralement contenus dans de très petites cuves placées contre l'œil. Une épaisseur de quelques millimètres de chromate neutre de potassium absorbe des radiations violettes et bleues sans altérer les vertes, jaunes et rouges. Le chlorure de nickel absorbe le rouge. Du bichromate de potassium, sous une épaisseur de quelques centimètres, ou de l'acide chromique sous une épaisseur moindre, ne laissent passer, dans la lumiere du tube à mercure, que les deux radiations jaunes.

» On voit que cette méthode, assez analogue en principe à la méthode des excédents fractionnaires, en diffère sensiblement dans l'application; elle n'exige pas l'emploi d'un compensateur, ni la fixité absolue du système de franges pendant la mesure; il suffit de pouvoir faire varier la distance des lames argentées de petites quantités qu'il est inutile de mesurer. »

OPTIQUE. — *Sur le pouvoir rotatoire du quartz dans l'infra-rouge.* Note de M. R. **Dongier**, présentée par M. A. Cornu.

« Dans la séance du 26 juillet 1897 ([1]), j'ai eu l'honneur de communiquer à l'Académie les résultats de mes recherches sur le pouvoir rotatoire du quartz dans l'infra-rouge. Les radiations dont j'ai fait usage étaient définies par les indices du spath ; mais j'avais calculé leurs longueurs d'onde en utilisant les recherches antérieures de M. Carvallo sur la dispersion du spath.

» M. Carvallo ayant modifié (*Comptes rendus*, 28 mars 1898) les résultats de ses premières recherches sur la dispersion du spath, je dois rectifier les conclusions que j'avais adoptées.

» La première partie du Tableau suivant contient les nombres modifiés relatifs à mes expériences, ainsi que les valeurs du pouvoir rotatoire calculées à l'aide de la formule de M. Carvallo :

$$\rho = \frac{11,076\,n^2 - 21,027}{\lambda^2} \text{ ([2])}.$$

» La deuxième partie contient les déterminations expérimentales de M. Carvallo, rapportées au nouveau système de longueurs d'onde.

n_0 du spath.	Valeurs de λ anciennement adoptées.	Valeurs nouvelles de λ.	n_0 du quartz.	ρ calculé.	ρ observé (Dongier).	Différence Obs.— Calc.
	μ	μ		$^\circ$	$^\circ$	
1,64997 ...	0,767	0,761	1,53915	12,681	12,59	0,090
1,64836 ...	0,817	0,810	1,53815	11,116	11,11	0,006
1,64672 ...	0,875	0,868	1,53711	9,648	9,63	0,018
1,64494 ...	0,95	0,940	1,53595	8,178	8,14	0,038
1,64292 ...	1,04	1,035	1,53451	6,696	6,66	0,036
1,64031 ...	1,19	1,170	1,53268	5,191	5,18	0,011
1,63682 ...	1,415	1,369	1,53011	3,740	3,70	0,040
1,63009 ...	1,82	1,744	1,52478	2,241	2,22	0,021

([1]) *Comptes rendus*, t. CXXV, p. 228. Cette Note contient le Tableau de mes résultats où, par erreur, les mots *extraordinaire* et *ordinaire* ont été mis à la place l'un de l'autre.

([2]) *Annales de Chimie et de Physique*, 6e série, t. XXVI, p. 118.

n_0 du spath.	Valeurs de λ anciennement adoptées.	Valeurs nouvelles de λ.	n_0 du quartz.	ρ calculé.	ρ observé (Dongier).	Différence Obs. — Calc.
	μ	μ		°	°	
1,47446 ...	2,4	2,20	1,51757	1,35	1,66	—0,31
n_0 du spath.					ρ observé (Carvallo).	
1,64245 ...	1,08	1,057	1,53420	6,410	6,18	0,23
1,63620 ...	1,45	1,405	1,52932	3,529	3,43	0,099
1,63083 ...	1,77	1,704	1,52534	2,364	2,28	0,084
1,62415 ...	2,14	2,030	1,52087	1,619	1,60	0,019

» Les nombres que j'ai obtenus avec le spectre ordinaire du spath diffèrent des nombres calculés à l'aide de la formule de M. Carvallo de quantités petites qui sont de l'ordre de grandeur des erreurs fortuites. Cette concordance remarquable entre la théorie et l'observation peut être considérée comme un contrôle *a posteriori* de l'exactitude de mes résultats expérimentaux. »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur la décharge d'une bouteille de Leyde* [1].
Note de M. R. SWYNGEDAUW, présentée par M. Lippmann.

« La décharge d'une bouteille de Leyde est lancée à travers le circuit de deux bobines 1 et 2 rangées en série.

» La différence de potentiel entre les extrémités de la bobine 1, à un instant t quelconque, est, dans l'hypothèse de l'uniformité du courant de décharge,

$$v_1 = r_1 i + l_1 \frac{di}{dt},$$

i désignant le courant, r_1 la résistance de la bobine et l_1 le coefficient d'induction de tout le circuit sur la bobine 1.

» Si la bobine est formée de fil de cuivre de diamètre de l'ordre du millimètre ou du $\frac{1}{10}$ de millimètre, l'expérience montre que le terme $r_1 i$ est négligeable devant $l_1 \frac{di}{dt}$ dans la formation des potentiels que nous aurons

---

[1] Institut de Physique de l'Université de Lille.

à considérer dans la suite [1]; par conséquent, on peut écrire

$$(1)\qquad v_1 = l_1 \frac{di}{dt},$$

» De même, entre les extrémités de la bobine 2, la différence de potentiel à l'instant t est

$$(2)\qquad v_2 = l_2 \frac{di}{dt},$$

l_2 étant le coefficient d'induction de tout le circuit sur la bobine 2.

» Enfin, aux extrémités de la double bobine formée par les bobines 1 et 2 en série, la différence de potentiel au même instant t est

$$(3)\qquad V = v_1 + v_2,$$

que le courant soit uniforme ou non. Si le courant est uniforme

$$(4)\qquad V = (l_1 + l_2) \frac{di}{dt},$$

v_1, v_2, V passent au même instant par leur maximum et *le potentiel maximum atteint entre les extrémités de la double bobine est la somme des potentiels maxima atteints aux extrémités de chacune d'elles.*

» Si le courant n'était pas uniforme, cette relation n'aurait pas lieu, car le maximum du potentiel, aux extrémités de chaque bobine, ne se produirait pas au même instant.

» Dans nos expériences, le potentiel est mesuré par la méthode des étincelles.

» On place en dérivation sur la bobine, entre les extrémités de laquelle on veut mesurer le potentiel maximum, un excitateur à boules; on détermine la distance critique de cet excitateur en observant scrupuleusement les règles que nous avons fixées à ce sujet [2] et sous lesquelles il y a égalité des potentiels explosifs statique et dynamique [3].

» Le potentiel explosif statique correspondant, mesuré avec l'électromètre de MM. Bichot et Blondlot, est le potentiel dynamique cherché.

---

[1] *Thèses de la Faculté des Sciences de Paris,* p. 9 et 10; mai 1897. — *Éclairage électrique,* p. 297 et 298; mai 1897.

[2] *Thèse de la Faculté des Sciences de Paris,* p. 22 et 23. — *Éclairage électrique,* p. 402; mai 1897.

[3] *Thèse de la Faculté des Sciences de Paris,* p. 36. — *Éclairage électrique,* juin 1897.

» Les expériences ont vérifié l'égalité $V = v_1 + v_2$ pour les potentiels maxima.

» Si l'on admet l'égalité des potentiels explosifs dynamique et statique démontrée antérieurement ([1]), l'uniformité du courant de décharge reçoit une confirmation expérimentale. On peut y voir également une nouvelle preuve de l'égalité des potentiels explosifs statique et dynamique sous les conditions spécifiées à un autre endroit ([1]).

» La bouteille de Leyde avait une capacité de $\frac{1}{200}$ de microfarad; chaque bobine avait une self-induction de l'ordre du $\frac{1}{10000}$ de quadrant; les oscillations avaient une période de l'ordre du $\frac{1}{500000}$ de seconde.

» Les potentiels explosifs V ont atteint 50 à 60 unités électrostatiques C.G.S.. »

ÉLECTRICITÉ. — *Comparaison du champ hertzien dans l'air et dans l'huile.* Note de M. **Albert Turpain**, présentée par M. Mascart.

« Dans une Communication précédente ([2]), j'ai montré qu'un résonateur de Hertz, maintenu dans le plan même des fils qui concentrent le champ (position II), décèle un système de sections nodales et ventrales alternant avec celles qu'il indique dans la position classique, perpendiculaire à la direction des fils (position I), les nœuds de l'un des systèmes coïncidant avec les ventres de l'autre et inversement.

» Que devient ce double système de sections notables lorsqu'on change la nature du diélectrique au sein duquel se passent les phénomènes? C'est pour répondre à cette question qu'ont été entreprises les expériences suivantes.

» Pour garder à cette étude un caractère expérimental j'ai opéré par une méthode directe.

» Dispositif. — Un réservoir en bois, parallélépipède de 4^m de longueur sur 30^{cm} de largeur et 25^{cm} de profondeur, peut contenir 260^{lit} de liquide. Deux fils parallèles, issus de plaques avoisinant un excitateur hertzien, sont tendus à l'intérieur, au niveau de la section moyenne dans le sens de la longueur. Quatre résonateurs filiformes, rectangulaires, mesurant 45^{cm}, 56^{cm}, 90^{cm} et 120^{cm} peuvent être commodément disposés

---

([1]) *Thèse de la Faculté des Sciences de Paris,* p. 22 et 23.

([2]) *Comptes rendus,* 31 janvier 1898. — *Procès-verbaux Soc. Sc. phys. nat. Bordeaux,* 20 janvier 1898.

dans les deux positions I et II. Les deux derniers ont été, vu leur longueur, contournés en deux spires rectangulaires. Le même micromètre s'adapte aux quatre résonateurs. Une cage de fils métalliques, entourant l'appareil dans le sens de la longueur, empêche la dissipation du champ à l'extérieur.

» Le diélectrique choisi est une huile de pétrole présentant une complète homogénéité et une grande inaltérabilité, qui a été aimablement mise à ma disposition par M. Renous, directeur de la Station centrale d'Électricité de Bordeaux-les-Chartrons, où sont disposées ces expériences.

» I. Champ dans l'air. — Les quatre résonateurs, étudiés dans l'air, au sein du réservoir, ont donné les résultats suivants :

	Résonateurs			
	α.	β.	γ.	δ.
Longueurs.......	46cm	56cm	90cm	120cm
$\frac{\lambda}{2}$ (air)..........	74cm	85cm	143cm	189cm

» Les deux premiers seuls suivent la loi énoncée dans une Communication précédente [1] : $2(L - L') = \lambda - \lambda'$; la self-induction notable des deux derniers, due à leur forme, est la cause probable de l'exception qu'ils présentent relativement à cette loi.

» II. Champ dans l'huile. — Les mesures dans l'huile, faites par la méthode du pont, en maintenant : 1° tout le résonateur, *sauf le micromètre*, dans l'huile ; 2° tout le résonateur, *y compris le micromètre*, dans l'huile, ont donné les résultats suivants (*a*, *h*, indiquent que le micromètre est dans l'air ou dans l'huile) :

	I, *a*.	I, *h*.	II, *a*.	II, *h*.	$\frac{\lambda}{2}$ (air).
	cm	cm	cm	cm	cm
α..........	65	73	75	86	74
β..........	71	80	85	95	85
γ..........	125	138	144	163	143
δ..........	163	186	190	211	189

Résultats. — Les mesures effectuées *en maintenant le micromètre dans l'air* permettent d'énoncer les lois suivantes :

» 1° *Les longueurs d'onde que décèle un même résonateur, maintenu dans la* position I, *au sein de l'air et au sein de l'huile, sont* différentes.

» *Elles sont moindres dans l'huile que dans l'air.*

» 2° *Pour la* position II, *ces longueurs d'onde sont* égales *dans l'air et dans l'huile.*

» Les mesures relatives au résonateur plongé dans l'huile, ainsi que le micromètre, sont notablement supérieures aux précédentes. Une expé-

---

[1] *Comptes rendus*, 31 janvier 1898.

rience complémentaire prouve que cela est dû à la perturbation micrométrique inégale dans l'air et dans l'huile. Cette expérience consiste à déterminer les longueurs d'onde que donne, dans l'air, chaque résonateur dont le micromètre plonge dans un godet qu'on remplit ou non d'huile. Les différences trouvées sont très sensiblement égales à celles que l'on extrait du précédent Tableau.

» Une expérience met d'ailleurs hors de doute l'influence de la nature du diélectrique relativement aux longueurs d'onde de la position I et sa non-influence sur celles de la position II. En faisant varier le niveau du liquide dans le réservoir on constate que la longueur d'onde que décèle un résonateur dans la position I demeure constamment celle qu'il mesure dans l'air, *tant que les fils ne baignent pas dans l'huile,* mais que cette longueur d'onde *saute brusquement* à la valeur qu'elle affecte pour l'huile, dès que les fils qui concentrent le champ baignent dans l'huile. Ce saut brusque accompagne toujours l'immersion ou l'émersion des fils. Au contraire, un résonateur, disposé dans la position II, ne manifeste dans ce cas aucune différence, conformément aux expériences antérieures de M. Blondlot [1] avec l'huile de ricin.

» Les résultats de cette étude conduisent à énoncer les deux lois *expérimentales* suivantes :

» 1° *Les longueurs d'onde que décèle un résonateur maintenu dans la* POSITION I VARIENT *avec la nature du diélectrique au sein duquel se produisent les phénomènes;*

» 2° *Celles décelées dans la* POSITION II SONT INDÉPENDANTES *de la nature du diélectrique au sein duquel elles sont mesurées.* »

PHYSIQUE BIOLOGIQUE. — *Sur les résonateurs et sur l'effluve de résonance.* Note de M. **Oudin**, présentée par M. d'Arsonval.

« J'ai fait, en 1892, connaître le principe de l'élévation de tension des courants de haute fréquence par la résonance. Depuis lors mon premier appareil a subi plusieurs modifications et aujourd'hui il se présente sous la forme d'un solénoïde de fil de cuivre rouge non isolé, enroulé autour d'un cylindre de bois paraffiné.

» Ce fil a $0^m,003$ de diamètre, sa longueur est de 60^m et l'écartement

(1) *Comptes rendus,* 25 juillet 1892.

de ses spires de $0^m,01$. La haute fréquence est produite, soit par une machine à influence, soit par un quelconque des dispositifs de Hertz ou de Tesla. Mais l'appareil qui me donne le meilleur rendement est celui qu'a imaginé M. d'Arsonval et dans lequel l'étincelle oscillante éclate entre les armatures internes de deux bouteilles de Leyde. Ces condensateurs sont de relativement faible capacité (50^{cq} de surfaces actives). Leurs armatures externes sont reliées au résonateur, l'une aboutissant à son extrémité inférieure, l'autre à une des spires voisine de cette extrémité, par l'intermédiaire d'un fil souple dont on fait varier le point d'attache au résonateur pour régler son ajustage.

» On sépare ainsi le résonateur en deux solénoïdes qui se font suite l'un à l'autre. Dans le premier, plus court, prennent naissance les oscillations de haute fréquence, en même temps que sont fermés en court circuit les courants de basse fréquence qui se produisent concurremment; dans le second, plus long, la haute fréquence agit seule et atteint par self-induction l'énorme tension que l'on constate dans cet appareil, sans qu'il soit nécessaire, pour l'obtenir, de se servir, comme le conseille Tesla, de bobines induites isolées dans l'huile.

» L'isolement du résonateur ne présente en effet aucun intérêt. Quand son réglage est bon, on voit de toute sa dernière spire, et rien que d'elle, jaillir des gerbes d'effluves qui ne ressemblent en rien à ceux de la machine statique. Au lieu d'une lueur continue, ils offrent l'aspect d'aigrettes violacées sinueuses, atteignant $0^m,12$ ou $0^m,15$ de longueur et couronnant la circonférence supérieure du résonateur d'une auréole lumineuse très brillante dans l'obscurité. Quelles que soient les dimensions du résonateur, c'est toujours de sa dernière spire seule, et des conducteurs qu'on y peut relier, que s'échappent ces aigrettes. La réaction des autres spires les unes sur les autres empêche cette projection d'effluves à l'air libre, à moins qu'on en approche une capacité quelconque, la main par exemple. De même, tant que l'ajustage n'est pas bon, on voit éclater entre les premières spires des étincelles bruyantes de relativement basse tension qui cessent de se produire quand le réglage est parfait. Il semble qu'alors toute l'énergie soit utilisée comme self-induction.

» Le résonateur crée dans toute la pièce où il est placé un champ électrostatique alternatif très intense. De tous les objets métalliques on peut tirer des étincelles. Un tube de Geissler s'illumine à 2^m de lui quand deux observateurs s'en tiennent à égale distance; s'ils sont au même potentiel, rien ne se produit; mais, si l'un en est plus rapproché que l'autre, ils peu-

vent, en raison de l'amortissement rapide de ces oscillations, faire éclater entre leurs doigts des étincelles dont la longueur atteint 2^{mm} ou 3^{mm}, peut aller jusqu'à 10^{mm} ou 15^{mm}, si l'on monte en résonateur une cage d'autoconduction à l'intérieur de laquelle se tient un des observateurs. De même, si une personne présente sa main à l'effluve, on peut, de tous les points de son corps, au travers des vêtements les plus épais, tirer des étincelles produisant un picotement désagréable et qui, chose curieuse, deviennent bien moins nourries si la main, se rapprochant davantage du résonateur, en tire des étincelles au lieu d'effluves. C'est probablement pour la même cause que l'effluve provoque en certains points de la tête, quand il rencontre des filets nerveux superficiels, une douleur assez vive qu'on ne peut reproduire en faisant éclater des étincelles sur le même point.

» Cet effluve possède d'ailleurs une puissance de projection et de pénétration extrême que l'on peut démontrer de la façon suivante. On prend une lame diélectrique quelconque, verre ou ébonite, desséchée et essuyée avec soin, et on la tient au moyen d'une pince isolante en bois. Si l'on en approche une pointe métallique reliée au résonateur et maintenue à $0^m,02$ ou $0^m,03$ de sa surface, on voit l'effluve qui jaillit de la pointe traverser la lame isolante et continuer son trajet dans l'air de l'autre côté, perpendiculairement au plan du diélectrique, comme s'il s'agissait d'une substance poreuse. On traverse ainsi des lames de verre ou d'ébonite de $2^{mm},5$ d'épaisseur, et cela sans qu'il y ait de l'autre côté le moindre corps pouvant agir comme capacité et transformer le diélectrique en condensateur. Si la lame de verre est représentée par un tube de Crookes, à l'intérieur duquel se trouve un écran fluorescent, on voit celui-ci se cribler de points lumineux, projections des lignes de l'effluve, en tenant la pointe métallique à $0^m,10$ de la surface du verre.

» L'action prolongée de l'effluve de haute fréquence sur la peau produit des lésions analogues à celles des rayons X : épaississement, fendillement de l'épiderme, hyperkératose et troubles de circulation caractérisés par une apparence cyanique des extrémités. J'ai dit, d'autre part, les grands services qu'il pouvait rendre en Thérapeutique dermatologique. »

PHYSIQUE BIOLOGIQUE. — *Visibilité de la tache aveugle.* Note de M. Aug. Charpentier, présentée par M. d'Arsonval.

« Tout le monde s'accorde à admettre l'invisibilité de la tache aveugle, cette région de la rétine où se fait la pénétration des fibres du nerf optique

(papille optique). Deux ordres de faits établissent cette opinion : 1° aucune fibre de ce nerf ne se termine dans la papille optique; 2° cette région est inexcitable par la lumière. Les objets lumineux qui se trouvent dans le champ visuel, au-devant de cette lacune assez étendue (6° dans le sens horizontal), ne sont pas perçus quand un seul œil est ouvert; ils sont seulement perçus dans le regard binoculaire par une partie correspondante de la rétine du second œil.

» Dans le regard monoculaire, nous ne remarquons cependant pas généralement la lacune de Mariotte, à moins de diriger artificiellement sur elle notre attention. On n'a pas su expliquer encore comment notre représentation visuelle de l'étendue n'était pas déformée aux environs de cette région, et comment les objets lumineux coupés par une telle lacune pouvaient se raccorder sans modifications, malgré les déplacements de l'œil. Les faits suivants donneront la réponse, en montrant que la tache de Mariotte est réellement visible, c'est-à-dire représentée et localisée dans l'ensemble des sensations visuelles.

» Je l'ai remarqué pour la première fois après un exercice musculaire assez fort au soleil et à la chaleur; retiré dans une pièce à demi obscure et placé en face d'un mur uniformément blanc, je cherchais, comme je le fais depuis plusieurs années, à obtenir, à l'aide de battements des paupières, la perception entoptique de la *macula lutea;* j'ouvrais et refermais successivement les paupières plusieurs fois par seconde, ce qui produit des éclairements et des obscurcissements brusques de tout le champ visuel. Je remarquai alors, à droite et à gauche du point de fixation binoculaire, deux taches sombres ovales correspondant exactement, comme siège et comme limites, à la projection des deux papilles, ainsi que je m'en assurai expérimentalement [1].

» La sensation de noir ou de sombre est déjà une sensation visuelle. Mais ces taches, pour un certain rythme des mouvements de la paupière (quatre fois par seconde environ), devenaient alternativement plus sombres et plus claires que le fond, plus sombres à l'ouverture, plus claires à la fermeture. Depuis cette observation, je reproduis à volonté le phénomène, surtout celui des taches sombres, qui peuvent être plus ou moins nettes, mais qui sont faciles à reconnaître quand on les a vues une fois; les

---

[1] Helmholtz signale des taches sombres analogues sans leur attacher d'importance.

taches claires sont plus nuageuses et peuvent échapper plus facilement à l'observation, mais leur existence et leur siège papillaire ne laissent aucun doute; on les produit isolément, en dehors des mouvements rythmiques précédents, en se plaçant au-devant d'une surface uniforme, étendue et peu éclairée (au-dessous de $\frac{1}{10}$ de corcel-mètre), et fermant brusquement les yeux; de même, la tache sombre se montre isolément par l'ouverture brusque des paupières; le siège en est si net que je puis indiquer instantanément du doigt la place du *ponctum cœcum*. L'expérience peut être faite soit avec un seul œil, soit avec les deux ([1]).

» Les taches, situées à 15° environ en dehors du point de fixation, se montrent pendant une fraction de seconde, au moment de l'éclairement ou de l'obscurcissement du champ visuel, et disparaissent. Elles représentent donc un court retard de la région papillaire sur le reste de la rétine, mais elles montrent, sans doute possible, la participation de cette région à la représentation visuelle de l'espace. La place de la papille optique ou de la tache aveugle doit donc exister dans la sphère visuelle corticale et y être représentée par des cellules spéciales (qui probablement sont reliées de chaque côté aux éléments périphériques occupant dans la rétine de l'autre œil la place correspondant à la papille du premier). Comment ces cellules centrales entrent-elles en activité sous l'influence d'un changement d'éclairage de l'œil qui ne leur envoie pas d'excitations réelles, puisqu'il n'y a pas là d'éléments rétiniens impressionnables? Peut-être reçoivent-elles par irradiation nerveuse communication de l'excitation des cellules voisines, ce qui demanderait un certain temps et rendrait compte du retard constaté dans la sensation, retard nécessité par leur mise en équilibre avec les cellules directement excitées. Cette explication n'est d'ailleurs pas la seule possible.

» Voici maintenant une expérience encore plus frappante dans laquelle l'excitation des éléments rétiniens environnant la papille, au lieu de se communiquer telle quelle, produit, au contraire, une sorte d'inhibition, se traduisant par un phénomène de contraste, sur les éléments percepteurs correspondant à la tache aveugle. Les yeux restant fermés sans effort au-devant du jour, le champ visuel paraît entièrement éclairé d'une lueur

---

([1]) On peut remplacer les mouvements des paupières par ceux d'un écran opaque. Le phénomène est facilité par une circulation céphalique plus active. Des pressions brusques sur l'œil ne suffisent *généralement* pas à le produire.

rougeâtre; si l'on déplace alors *brusquement et fortement* l'œil en dedans et un peu en bas, il y a tiraillement du pourtour de la papille, d'où apparition d'un anneau ovale plus clair que le fond et à l'intérieur duquel la papille se montre *comme une tache verte plus ou moins sombre,* très bien limitée, contrastant nettement avec le fond, et durant plus ou moins longtemps suivant la durée de l'effort réalisé. Ce phénomène passe généralement inaperçu, si la paupière est ouverte, mais peut être reproduit sous des formes diverses.

» Tous ces faits s'accordent à montrer que la papille optique, bien qu'insensible à la lumière et aveugle au sens propre du mot, est réellement représentée dans l'espace par des sensations visuelles positives occupant la même place que si elle était remplacée dans l'œil par un vrai morceau de rétine en continuité avec le reste de cette membrane. »

ACOUSTIQUE. — *Timbre ou vocables des quinze voyelles de la langue française.* Note de M. **Monoyer**, présentée par M. A. Chauveau.

« On sait, depuis les recherches de Helmholtz et de Donders, que les voyelles se différencient les unes des autres par la note ou *vocable* (Jamin) que produit la résonance des cavités buccales et nasales qui sont mises en communication avec le tuyau laryngien, siège de la source sonore. Mais, si les expérimentateurs sont d'accord sur le principe de la théorie, ils sont loin de s'entendre, quand il s'agit d'assigner à chaque voyelle la vocable qui lui convient. D'autre part, sur les quinze voyelles dont on fait usage dans la langue française, la moitié ou peu s'en faut, sept, n'a été l'objet d'aucune recherche, et les huit autres ont été étudiées principalement par des savants de langue allemande. Telles sont les raisons qui nous engagent à faire connaître le résultat de nos propres recherches sur cette question.

» Nous avons expérimenté uniquement sur la voix *chuchotée* : c'est le seul moyen d'éviter que le son propre de la cavité résonante soit masqué par la note laryngienne. Nous sommes ainsi parvenu à déterminer les vocables des quinze voyelles de la langue française et à en faire la base d'une classification aussi simple que conforme au mécanisme physiologique de l'émission des voyelles.

» Afin de pouvoir représenter toutes les voyelles à l'aide des lettres de la langue écrite et sans faire usage de lettres doubles, nous aurons recours

aux accents aigu et grave, ainsi qu'aux signes ᴜ et ⁀ placés au-dessus de la lettre. Grâce à ce moyen, nous représenterons de la manière suivante les onze voyelles *buccales* ou voyelles proprement dites :

Ŏ (ou), **U**, **I**,

O [mot], **Ò** [*or*], **A** [*grâce*], **À** [*papa*],

E [*le*], **Ĕ** (eu) [*leur*], **É** [*lé*], **È** [Angèle],

et les quatre voyelles *nasales*, ou mieux *bucco-nasales :*

Ȏ (on), **Ȃ** (an), **Ȗ** (un), **Ȋ** (in).

» Nous avons mis entre parenthèses l'écriture usuelle de la voyelle, lorsqu'elle diffère de la nôtre, et entre crochets un mot faisant connaître la prononciation de la voyelle, lorsque l'écriture ne l'indique pas.

» Cela posé, nous avons trouvé que les vocables des trois voyelles *fondamentales* **Ŏ**, **U**, **I** sont à l'octave l'une de l'autre et correspondent respectivement aux notes *si*$^\flat_3$, *si*$^\flat_4$, *si*$^\flat_5$. En prononçant successivement et à voix chuchotée les trois voyelles en question, il est, pour ainsi dire, impossible, même à une oreille peu exercée, de ne pas reconnaître l'intervalle d'octave qui existe entre les vocables correspondantes.

» Les douze autres voyelles se placent par leurs vocables dans les deux intervalles d'octave que nous venons d'indiquer et y forment trois groupes de quatre voyelles chacun, le groupe des voyelles *fermées*, celui des voyelles *ouvertes* et celui des *nasales*.

» Le groupe des voyelles fermées comprend **O**, **A**, **E**, **É** qui ont pour vocables respectives *ré*$''_4$, *fa*$_4$, *ré*$''_5$, *fa*$_5$.

» A chaque voyelle fermée correspond une voyelle ouverte, dont la vocable est d'un demi-ton plus élevée, en sorte que les vocables des voyelles **Ò**, **À**, **Ĕ**, **È** sont *ré*$^\sharp_4$, *fa*$^\sharp_4$, *ré*$^\sharp_5$, *fa*$^\sharp_5$. L'intervalle d'un demi-ton entre les vocables de la voyelle fermée et de sa correspondante ouverte est des plus manifestes.

» Enfin, chaque voyelle ouverte a une nasale correspondante qui possède deux vocables : l'une des vocables est la même que celle de la voyelle ouverte; l'autre, provenant de la résonance des cavités nasales, est évidemment commune à toutes les voyelles nasales et répond à la note *si*$^\flat_4$.

» La correspondance entre les voyelles ouvertes et les nasales est la suivante :

Voyelles ouvertes	**Ò**,	**À**,	**Ĕ**,	**È**.
Voyelles nasales	**Ȏ**,	**Ȃ**,	**Ȗ**,	**Ȋ**.

» Nous n'avons de réserves à faire que relativement aux vocables des deux voyelles *a* et *à*, dont la détermination présente des difficultés toutes particulières, et à la vocable commune aux nasales, dont il ne nous a pas été donné de pouvoir faire la détermination isolée.

» Les résultats que nous venons d'indiquer sont résumés dans le Tableau suivant :

Vocables et classification des voyelles.

	Voyelles		
fondamentales.	fermées.	ouvertes.	nasales.
Ŏ, $\textit{si}^{\flat}_{3}$			
	O, $\textit{ré}_{4}$	**Ò**, $\textit{ré}^{\sharp}_{4}$	**Ȏ**, $\textit{ré}^{\sharp}_{4} + \textit{si}^{\flat}_{4}$,
	A, $\textit{fa}_{4}$	**À**, $\textit{fa}^{\sharp}_{4}$	**Ȃ**, $\textit{fa}^{\sharp}_{4} + \textit{si}^{\flat}_{4}$,
U, $\textit{si}^{\flat}_{4}$			
	E, $\textit{ré}_{5}$	**Ĕ**, $\textit{ré}^{\sharp}_{5}$	**Ȗ**, $\textit{ré}^{\sharp}_{5} + \textit{si}^{\flat}_{4}$,
	É, $\textit{fa}_{5}$	**È**, $\textit{fa}^{\sharp}_{5}$	**Ȋ**, $\textit{fa}^{\sharp}_{5} + \textit{si}^{\flat}_{4}$,
I, $\textit{si}^{\flat}_{5}$			

PHOTOGRAPHIE. — *Action du persulfate d'ammoniaque sur l'argent des phototypes et utilisation de cette action.* Note de MM. **Lumière** frères et **Seyewetz**, présentée par M. Friedel.

« La technique photographique ne possède pas jusqu'ici de procédé permettant d'affaiblir directement un phototype dur, manquant de pose et trop développé, par exemple, sans détruire, ou tout au moins atténuer, les demi-teintes qui correspondent aux parties sombres de l'objet photographié.

» Les négatifs présentant cette défectuosité d'être en même temps trop peu posés et trop poussés au développement ne pouvaient donc jusqu'ici être améliorés.

» En effet, les substances utilisées jusqu'ici pour affaiblir les clichés, telles

que le mélange de ferricyanure de potassium et d'hyposulfite de soude, agissent sur l'argent qui forme l'image en le dissolvant graduellement à partir de la surface jusqu'au fond de la couche de gélatine. On sait, d'autre part, que l'image photographique est constituée par de l'argent réduit sous des épaisseurs d'autant plus grandes que l'action de la lumière a été plus intense : la réduction du sel haloïde d'argent par le développateur commence, en effet, par la surface de la couche et s'étend d'autant plus en profondeur que la région a été plus vivement impressionnée.

» Les affaiblisseurs jusqu'ici employés agissant à partir de la surface atténuent donc fortement les faibles impressions, tandis qu'il faudrait, au contraire, les respecter.

» Nous avons constaté que le persulfate d'ammoniaque $SO^4(AzH^4)$ en solution aqueuse jouit de la propriété d'affaiblir les clichés en agissant de préférence sur les parties les plus opaques, tout en conservant les demi-teintes des ombres qui, par les méthodes en usage, disparaissent les premières.

» Ce résultat, *a priori* paradoxal, peut s'expliquer si l'on admet que le nouvel agent exerce son action depuis le fond de la couche jusqu'à la surface, c'est-à-dire en sens inverse des substances jusqu'ici utilisées.

» Cette hypothèse, qui s'accorde avec les réactions observées, pourrait être développée de la façon suivante :

» *Théorie de l'opération.* — Le persulfate d'ammoniaque est, comme on le sait, un oxydant énergique. Sous l'influence de l'argent du cliché, il doit fort probablement donner un sel neutre double d'argent et d'ammoniaque qui est soluble dans l'eau ; la solution, après avoir agi sur l'argent, précipite du reste par l'acide chlorhydrique ou les chlorures. La réaction peut vraisemblablement être exprimée par l'équation suivante :

$$SO^4(AzH^4) + Ag = SO^4\begin{matrix}\diagup Ag \\ \diagdown AzH^4\end{matrix}.$$

Persulfate d'ammoniaque.	Argent.	Sulfate neutre double d'argent et d'ammoniaque.

» Bien que doué de propriétés oxydantes énergiques, le persulfate d'ammoniaque, de même que l'eau oxygénée, est susceptible de donner lieu à des réactions réductrices.

» Ainsi, ajouté à une solution de nitrate d'argent, il réduit rapidement l'argent à l'état métallique, en même temps qu'il se produit un abondant dégagement d'oxygène. Nous croyons que l'on peut exprimer cette réaction par l'équation suivante :

$$2[SO^4(AzH^4)] + 2(H^2O) + 2(AgAzO^3) = 2[SO^4H(AzH^4)] + 2(AzO^3H) + Ag^2 + O^2.$$

» Grâce à cette dernière réaction, il nous sera possible d'expliquer d'une façon ra-

tionnelle le mode d'action curieux du persulfate d'ammoniaque sur les couches de gélatine renfermant l'argent de l'image.

» Quand on plonge le cliché dans la solution de persulfate, celle-ci pénètre rapidement dans l'intérieur de la couche de gélatine et se trouve au contact de l'argent. Il se forme une petite quantité du sel double argentique qui se diffuse dans l'excès de solution de persulfate d'ammoniaque dans laquelle baigne la plaque. Celui-ci, en présence du sel double d'argent formé, tend à donner de l'argent réduit. Mais cette réaction inverse se produit surtout extérieurement à la couche de gélatine, puisque c'est là que se trouve l'excès de persulfate nécessaire pour la réduction, et doit aller en s'atténuant depuis la surface jusqu'au fond de la couche. C'est vraisemblablement cette réaction inverse qui tend à ralentir, extérieurement surtout, la dissolution de l'argent dans le persulfate d'ammoniaque. C'est pourqui il n'est pas possible avec ce réactif d'atténuer, même faiblement, les voiles de surexposition qui, on le sait, sont constitués par de l'argent réduit exclusivement à la surface de la couche de gélatine.

» *Pratique de l'opération.* — Nous avons reconnu que le persulfate d'ammoniaque agit le mieux en solution à 5 pour 100. En solution plus ou moins concentrée son mode d'action présente toujours les mêmes caractères, mais il est simplement plus rapide ou plus lent et conduit toujours au même résultat final. Si la teneur de la solution atteint 10 pour 100, la gélatine peut être altérée. Il ne faut donc pas dépasser 7 à 8 pour 100 dans la pratique pour le cas où l'on voudrait une action très rapide.

» L'action du persulfate d'ammoniaque peut s'exercer sur le cliché après un lavage à l'eau très sommaire, après le fixage, pour enlever la majeure partie de l'hyposulfite de soude; mais alors il faut rejeter, après quelques minutes d'immersion, le premier bain dans lequel a été plongée l'épreuve et le remplacer par un bain neuf, car le persulfate oxyde l'hyposulfite de soude, le transforme en bisulfate, et ce n'est que lorsque cette réaction est achevée que l'argent se dissout.

» Il est donc préférable, pour ne pas user inutilement du persulfate d'ammoniaque, d'éliminer complètement l'hyposulfite de soude du cliché, par lavage, avant de l'affaiblir.

» En sortant le cliché de la solution de persulfate, on remarque que l'action de ce corps se continue encore un peu en dehors du bain, et, si on ne lave pas de suite le cliché très abondamment, l'action affaiblissante peut aller un peu plus loin qu'on ne le voudrait.

» On peut éviter facilement cet accident, soit en arrêtant l'opération lorsque l'épreuve n'a pas encore atteint le degré d'affaiblissement que l'on désire obtenir, soit en plongeant immédiatement l'épreuve, à sa sortie du bain de persulfate, dans une solution de sulfite ou de bisulfite de soude à 10 pour 100 pendant quelques minutes.

» Ces corps transforment le persulfate d'ammoniaque en sulfate qui est alors sans action sur l'argent du cliché.

» On termine l'opération en éliminant les sels solubles qui restent dans la couche, par un lavage sommaire. Nous ferons observer que l'affaiblissement est plus rapide quand la gélatine du cliché est gonflée que si elle est sèche, ce qui confirme, du reste, le mode d'action du réactif.

» En outre, l'intensité de l'image, après avoir été diminuée, peut de nouveau être

augmentée par les procédés de renforcement habituels, le bichlorure de mercure et l'ammoniaque, par exemple.

» *Conclusions.* — En résumé, il deviendra possible, par l'emploi de persulfate d'ammoniaque, de tirer parti le plus complètement possible des clichés manquant de pose, en poussant le développement à fond, sans se préoccuper de la dureté de l'épreuve obtenue, de façon à faire venir le maximum de détails, puis l'on baissera le cliché dans la solution de persulfate d'ammoniaque en arrêtant l'action au moment convenable.

» On pourra enfin corriger les effets d'un développement trop poussé dans le cas d'une exposition normale, résultats qu'aucun affaiblisseur connu ne pouvait donner jusqu'ici. »

PHOTOGRAPHIE. — *Des causes de trouble apportées aux images radiographiques par l'emploi des écrans renforçateurs* [1]. Note de M. **A. Londe**, présentée par M. Marey.

« On a proposé, en Radiographie, l'emploi d'écrans renforçateurs destinés à augmenter l'intensité du négatif et à permettre, par suite, une diminution du temps d'exposition. Ces écrans sont constitués par du platinocyanure de baryum ou de potassium, du tungstate de chaux, du sulfure de calcium, du sulfure de zinc de Ch. Henry, etc.

» Si les auteurs ne sont pas d'accord sur la valeur comparative de l'action renforçatrice de ces divers produits, par contre ils signalent tous l'altération de l'image par suite de la formation d'un grain qui lui enlève toute netteté.

» Il nous a paru intéressant d'étudier les résultats obtenus avec divers écrans et de rechercher si l'indécision de l'image doit être réellement attribuée à la cause indiquée ci-dessus.

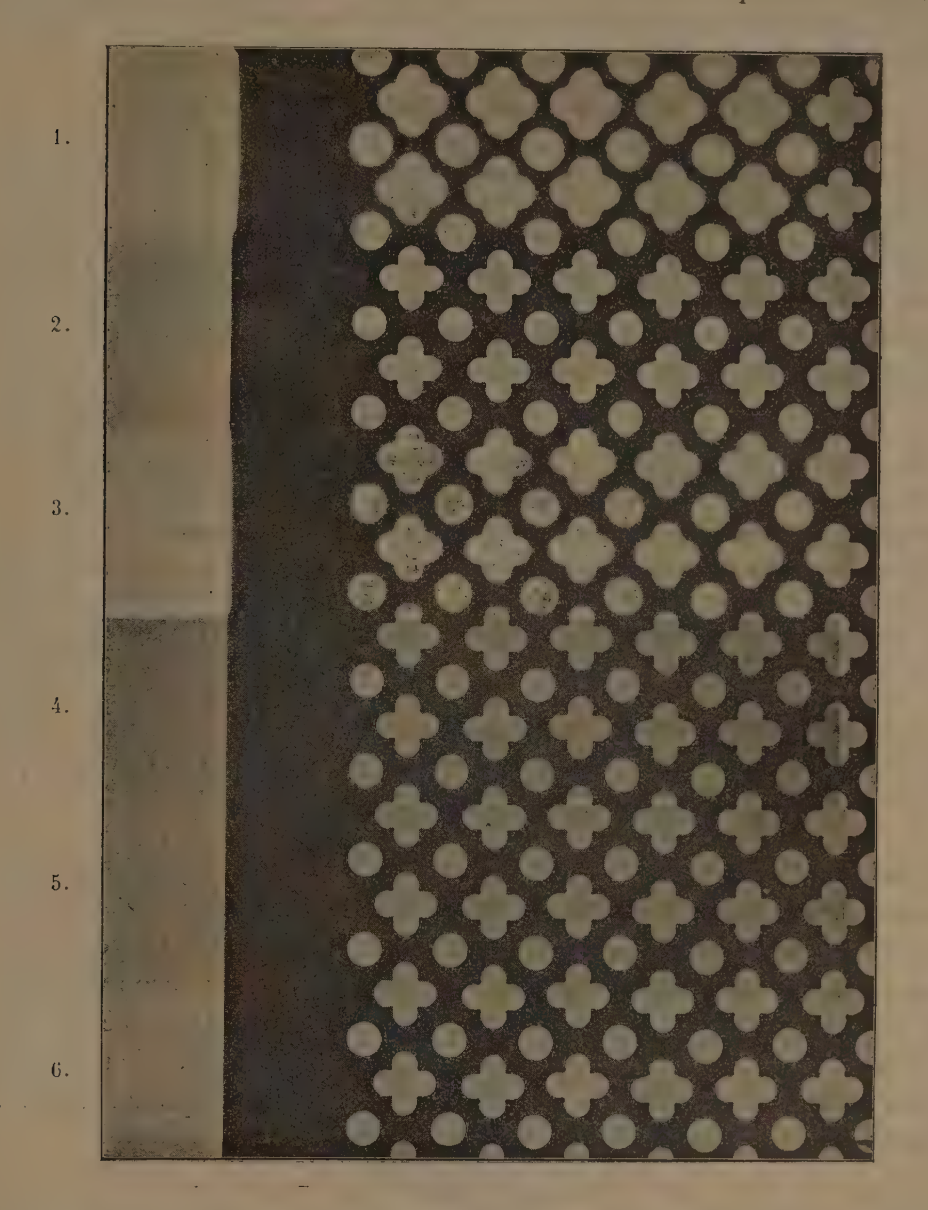
» Voici l'indication des écrans renforçateurs étudiés :

1. Écran de la maison Kalbaum.
2. » au sulfure de zinc de Ch. Henry.
3. » souple au sulfure violet de Becquerel.
4. » au platinocyanure de baryum (grain très fin).
5. » » (à gros grain).

---

[1] Travail du Laboratoire de la Clinique des maladies du système nerveux.

» Ces écrans, découpés en rectangles, sont juxtaposés sur la plaque, une bande de celle-ci servant de témoin. La durée d'exposition a été, dans



chaque expérience, de trente secondes à $0^m,40$ d'un tube bianodique actionné par une bobine de 20 cent. d'étincelle (interrupteur à grande vitesse A. Londe) (¹).

(¹) L'un des écrans, celui au sulfure de zinc, étant phosphorescent, nous laissons

» *Expérience I.* — On radiographie une main reposant sur le châssis contenant la plaque recouverte des divers écrans. Le négatif montre l'action fort différente de ceux-ci, les diverses bandes étant classées de la manière suivante d'après l'intensité croissante de la réduction obtenue :

N° 4, n° 5, n° 2, n° 6 (plaque non recouverte d'écran), n° 3, n° 1.

» *Conclusion.* — Pour les bandes 4, 5 et 2 l'action renforçatrice est nulle par rapport à ce que donne la plaque à nu. Pour les bandes 3 et 4 elle est indiscutable. En ce qui concerne la netteté de l'image elle est à peu près égale pour les quatre premières de la classification ci-dessus, mais un grain très visible apparaît dans le 2, le 4 et le 5, c'est-à-dire sous les écrans dont l'action renforçatrice est nulle. Au contraire, sous les n°s 1 et 3, qui ont donné les intensités les plus grandes, le grain n'existe pas, mais l'image est empâtée et dénuée de toute finesse.

» *Expérience II.* — Pour mieux montrer ce phénomène nous radiographions une grille métallique présentant des ouvertures régulièrement espacées. On aperçoit alors bien mieux le flou des images de ces ouvertures qui n'existe que dans les parties correspondant aux écrans qui ont eu une réelle action renforçatrice.

» Ce phénomène est une variété de halo qui se produit au voisinage des plages très éclairées et des plages préservées par la grille : il n'est pas dû à une réflexion sur la face postérieure du verre, car il existe tout aussi bien sur papier sensible, pellicule, plaque garnie d'une couche antihalo ; il augmente avec la durée de l'exposition.

» Cet empiètement de la réduction progressive de la couche sensible qui arrive à modifier complètement les dimensions des ouvertures de notre grille est dû uniquement aux radiations fluorescentes ; en supprimant celles-ci par l'interposition d'une simple feuille de papier noir, l'action renforçatrice et les troubles de l'image disparaissent.

» Comme conclusions pratiques de ce travail il ressort que l'action de certains écrans est très manifeste, mais qu'elle s'accompagne toujours d'un trouble de l'image dû à une variété de halo par diffusion. On ne pourra les utiliser que pour les travaux n'exigeant pas de finesse : reconnaissance d'une fracture, par exemple, recherche d'un projectile. Dans ce dernier cas, l'avantage de l'écran renforçateur est de permettre d'obtenir un résultat dans un temps très court (une à deux minutes suffisent pour retrouver une balle dans le crâne). »

---

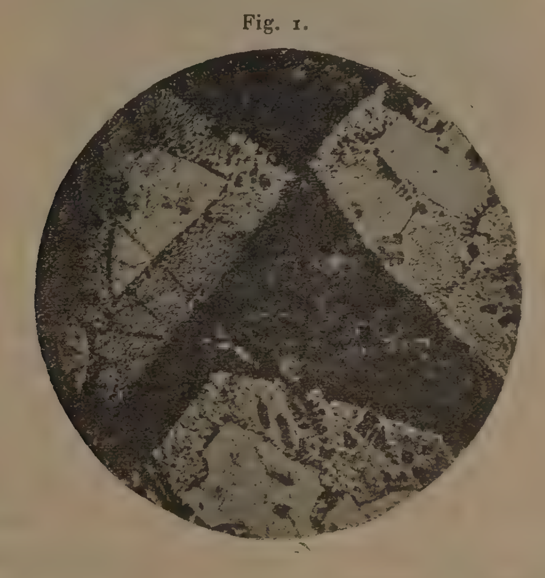
s'éteindre la phosphorescence ou, plus rapidement, nous l'éteignons par une exposition de quelques instants sous un verre rouge.

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur la constitution des alliages ternaires.* Note de M. Georges Charpy, présentée par M. Henri Moissan.

« J'ai indiqué, dans une Note précédente, les résultats auxquels conduit l'étude de la fusibilité des alliages ternaires de plomb, d'étain et de bismuth. On peut déduire de là des idées précises sur la constitution de ces alliages à l'état solide. On a vu que la solidification d'un alliage de plomb, d'étain et de bismuth comprend, en dehors des cas limites, trois périodes successives : dans la première, il se sépare des grains d'un métal pur, plomb, étain ou bismuth; dans la deuxième, il se sépare un mélange de deux de ces métaux; enfin, dans la troisième période, les trois métaux se déposent simultanément.

» L'examen microscopique des alliages solidifiés permet de constater nettement l'existence de ces trois dépôts successifs. Considérons, par exemple, l'alliage à 74,5 pour 100 de bismuth, 5,50 pour 100 de plomb et 21 pour 100 d'étain, dont nous avons indiqué les points de solidifications successives à 175°, 125° et 96°. Si l'on examine au microscope une plaquette découpée dans cet alliage, polie et légèrement attaquée par l'acide

Fig. 1.



chlorhydrique faible, on distingue facilement : 1° de grandes tables de bismuth métallique; ce sont les grains qui ont commencé à se séparer à 175°; ils paraissent en blanc sur la *fig.* 1; 2° autour de chacun de ces grains de bismuth, une zone dans laquelle des fragments de bismuth

alternent avec des fragments d'étain, creusés par l'acide chlorhydrique et marqués en noir sur la photographie; c'est le dépôt mixte qui s'est formé pendant que le point représentatif parcourt la ligne E″ε; enfin, soudant le tout, le mélange eutectique ternaire qui paraît homogène aux faibles grossissements mais dans lequel on distingue facilement, avec des grossissements un peu forts, des grains brillants de bismuth, des grains d'étain, creusés par l'acide et paraissant noirs, et enfin, des grains de plomb, recouverts d'une couche de chlorure de plomb qui produit des irisations.

» Les alliages de compositions différentes donnent des résultats analogues. On a donc bien trois dépôts successifs dont la nature permet de classer les alliages de plomb, d'étain et de bismuth en six groupes indiqués dans le Tableau suivant :

	1er dépôt.	2e dépôt.	3e dépôt.
1er groupe......	Bismuth.	Bismuth et étain.	Eutectique ternaire.
2e »	Id.	Bismuth et plomb.	Id.
3e »	Plomb.	Plomb et étain.	Id.
4e »	Id.	Plomb et bismuth.	Id.
5e »	Étain.	Étain et plomb.	Id.
6e »	Id.	Étain et bismuth.	Id.

» L'un de ces dépôts peut disparaître, dans les alliages qui servent de transition entre les divers groupes.

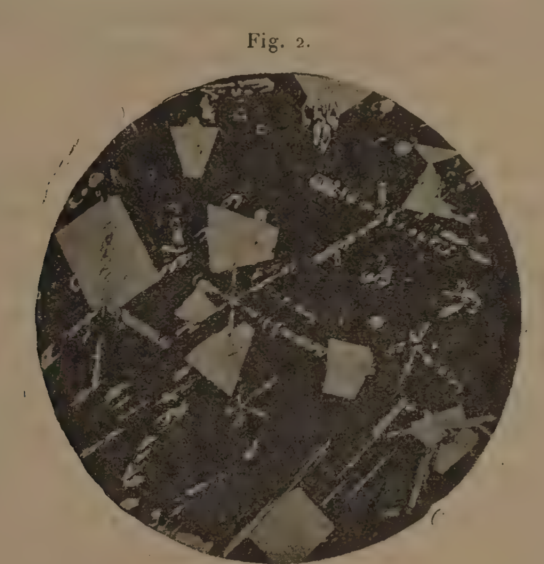
» Le cas des alliages de plomb, d'étain et de bismuth est le plus simple que l'on puisse imaginer; en général, le nombre des types de constitution sera plus considérable parce que le nombre des corps solides qui peuvent se séparer est supérieur à trois et comprend des composés définis binaires ou ternaires.

» On pourra souvent ramener les cas plus complexes à l'exemple précédemment étudié, en considérant comme constituants les composés définis qui peuvent se séparer à l'état solide. Par exemple, les alliages de cuivre, d'étain et d'antimoine riches en cuivre contiennent les composés définis $SnCu^3$ et $SbCu^2$. On pourra leur appliquer ce qui a été dit pour les alliages de plomb, d'étain et de bismuth, à condition de les considérer comme formés non de cuivre, d'étain et d'antimoine, mais de cuivre, de $SnCu^3$ et de $SbCu^2$, de même que, dans une solution aqueuse de chlorure de sodium, on considère comme constituants l'eau et le sel, et non l'oxygène, l'hydrogène, le chlore et le sodium.

» Pour déterminer d'une façon complète la constitution des alliages formés par un groupe de trois métaux, il est nécessaire de construire la

surface de fusibilité, ce qui nécessite un nombre d'expériences d'autant plus considérable que cette surface est plus compliquée; mais, dans la plupart des cas, on aura des indications suffisantes en examinant la structure microscopique d'un certain nombre d'alliages ternaires après avoir étudié la fusibilité des alliages binaires. J'ai examiné de cette façon la constitution des alliages cuivre-étain-antimoine, plomb-cuivre-antimoine, plomb-étain-antimoine, zinc-étain-antimoine, dans les limites où ces alliages peuvent être employés comme anti-friction ([1]). Dans aucun de ces cas je n'ai rencontré de composé défini ternaire. On retrouve seulement, dans les alliages ternaires, les composés définis qui peuvent exister dans les alliages binaires. Par exemple, dans les alliages de cuivre, d'étain et d'antimoine, riches en étain, on aperçoit simultanément des cristaux de $SbSn$, de forme cubique, inattaquables par l'acide chlorhydrique et des cristaux de $SnCu^3$, formant des étoiles à six branches; la *fig.* 2 reproduit

Fig. 2.



l'aspect d'un de ces alliages où l'on distingue nettement les deux composés. Je citerai encore le cas des alliages d'étain, de plomb et d'antimoine dans lesquels l'antimoine et l'antimoniure d'étain peuvent donner des solutions solides.

» En résumé, dans les alliages binaires, il y a, en général, deux dépôts

---

([1]) L'exposé de ces recherches sera publié dans le *Bulletin de la Société d'encouragement,* numéro de juin 1898.

successifs : le premier, formé par un corps pur, métal simple ou composé défini; le second par un mélange eutectique formé de deux éléments dont l'un est celui qui s'est déposé en premier lieu; ces deux dépôts peuvent se réduire à un seul s'il y a formation de solutions solides.

» Dans les alliages ternaires, il y aura, en général, trois dépôts successifs : le premier, formé par un corps pur, métal simple ou composé défini; le deuxième, par un mélange de deux corps dont l'un est celui qui s'est déposé en premier lieu; le troisième par un mélange de trois corps comprenant les deux qui se sont déposés précédemment. Le nombre des dépôts peut se réduire à deux et même à un, par suite de la formation de solutions solides.

» La nature des dépôts successifs et leur proportion relative dépendent exclusivement de la composition chimique de l'alliage; mais la dimension et la répartition des éléments constitutifs et, par suite, les propriétés physiques et mécaniques peuvent varier notablement avec différentes circonstances et en particulier avec la vitesse de solidification. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur les terres yttriques contenues dans les sables monazités*. Note de M. **O. Boudouard**, présentée par M. Troost.

« Dans une précédente Note [1], P. Schützenberger et moi, nous avions signalé l'existence probable d'une nouvelle terre précipitant par l'acide oxalique, ne donnant pas de sulfate double insoluble avec les sulfates alcalins, dont le poids atomique devait être voisin de 102. Ce n'était là qu'une première indication, et ce sont les résultats obtenus depuis que j'ai l'honneur de présenter à l'Académie.

» *a*. J'ai mélangé les oxydes dont les poids atomiques des métaux correspondants sont : 102,2; 102,45; 102,6; 103; 102,4, et je les ai dissous dans l'acide nitrique. Le nitrate a été transformé en sulfate et, après addition de sulfate de potassium pour enlever les terres du groupe cérique [2], les terres yttriques ont été précipitées par l'ammoniaque.

» Les hydrates, après lavage pour les débarrasser de toute trace d'alcali, ont été dissous dans l'acide nitrique. Ce nitrate a été soumis à une fusion fractionnée à 325° :

Sous-nitrate	Pa = 103,0
Eaux-mères	Pa = 97,7

---

[1] *Comptes rendus*, t. CXXII, p. 697.
[2] *Comptes rendus*, t. CXXVI, p. 900.

» L'oxyde 103, transformé en nitrate et soumis à une nouvelle fusion, a donné :

Sous-nitrate........................	Pa = 109,5
Eaux-mères........................	Pa = 100,6

» Enfin, l'eau-mère 97,7, par fractionnement analogue, a donné :

Sous-nitrate........................	Pa = 98,7
Eaux-mères........................	Pa = 97,5

» *b*. Dans cette seconde série, j'ai mélangé différents oxydes dont les poids atomiques des métaux correspondants variaient de 95,1 à 99,1 (la plus grande partie avait donné des nombres variant de 98,2 à 99,1). J'ai appliqué à ce mélange le traitement indiqué plus haut, et les terres yttriques ainsi obtenues ont été dissoutes dans l'acide nitrique. Le nitrate a été soumis à une fusion fractionnée à 325°, qui a donné

Sous-nitrate n° 1....................	Pa = 103,6
Sous-nitrate n° 2....................	Pa = 97,5
Eaux-mères........................	Pa = 96,7

» Le sous-nitrate n° 1, soumis à une nouvelle fusion, s'est scindé en deux portions :

Sous-nitrate n° 1....................	Pa = 108,5
Eaux-mères........................	Pa = 98,5

» *c*. J'ai mélangé tous les oxydes dont les poids atomiques des métaux correspondants variaient de 96 à 112; j'ai ainsi obtenu 70^{gr} environ.

» Après avoir éliminé les terres du groupe cérique par le sulfate de potassium, les oxydes non précipités ont été dissous dans l'acide nitrique, et la solution du nitrate neutre a été additionnée d'*hyposulfite de sodium*. Il se produit un précipité; la réaction est plus rapide à chaud qu'à froid. Le précipité est recueilli sur filtre et lavé. Dans la liqueur claire, on enlève l'excès d'hyposulfite alcalin et l'on ramène les terres non précipitées à l'état d'oxalates.

» J'ai ainsi obtenu 45^{gr} de terres précipitables par l'hyposulfite de sodium et 25^{gr} de terres non précipitables. Je poursuis actuellement l'étude de ces deux fractions. Cette propriété de l'hyposulfite de sodium m'a semblé d'autant plus intéressante que Fresenius, dans son *Traité de Chimie qualitative* (1), indique que les sels d'yttrium ne précipitent pas par l'hyposulfite de sodium.

» Les oxydes yttriques étudiés dans ces trois séries donnent des solutions presque incolores, dont le spectre d'absorption est très faible; il est caractérisé par les longueurs d'onde suivantes :

657-663........................	très faible (erbium)
643-639........................	très faible (holmium)
537........................	très faible (holmium)
524-522........................	faible (erbium)

(1) *Traité de Chimie qualitative*, 8e édition française, p. 134.

» Les solutions, examinées sous une épaisseur de 4^{cm}, étaient saturées; la terre était à l'état de sulfate.

» Si l'on compare maintenant les résultats obtenus dans les deux premières séries, on voit que le poids atomique minimum qui ait été atteint est 96,7, et que les autres nombres obtenus se rapprochent beaucoup de 97,5. Nous sommes loin du poids atomique de l'yttrium qui est 89,5.

» M. Drossbach [1], en étudiant une monazite, a signalé l'existence probable d'une terre dont le poids atomique serait voisin de 100. Ce savant estime qu'il y a là une nouvelle série de terres, dans la proportion de 20 à 30 pour 100.

» MM. Urbain et Budichowsky [2], en fractionnant les acétylacétonates des terres yttriques, M. Urbain, en étudiant les éthylsulfates, ont atteint une limite inférieure de termes indédoublables, limite qui ne descend pas au-dessous de 95.

» Ces résultats, postérieurs à ceux que P. Schützenberger et moi nous avions indiqués, viennent les confirmer.

» De cet ensemble de faits devons-nous conclure à la présence d'une nouvelle terre? ou bien avons-nous affaire à un mélange d'yttria et d'une terre à poids atomique plus élevé? Dans cette hypothèse, il faudrait admettre un mélange de plus de 90 parties d'yttria contre 10 d'erbine (poids atomique moyen : 97,6), ou d'ytterbine (poids atomique moyen : 98,2), ou de terbine (poids atomique moyen : 95,7).

» Nordenskiöld [3], en 1886, a obtenu un oxyde de poids atomique constant 107, qu'il a appelé *oxyde de gadolinium;* il pensait qu'on était autorisé à admettre que l'oxyde de gadolinium, quoiqu'il ne soit pas l'oxyde d'un corps simple, mais un mélange de trois oxydes isomorphes, même lorsqu'il provient de minéraux tout à fait différents et trouvés dans des localités très éloignées l'une de l'autre, possède un poids atomique constant. L'oxyde de poids atomique 97 est-il un oxyde de même genre?

» D'autre part, est-il permis de supposer l'existence d'un nouvel élément, voisin de l'yttrium? Cette hypothèse n'est pas invraisemblable; il suffit de se rappeler la discussion entre M. Lecoq de Boisbaudran et M. Crookes [4] sur la nature de l'yttrium.

---

(1) *Berichte,* t. XXIX, n° 15, p. 2452. *Moniteur Quesneville,* mai 1897, p. 351.

(2) *Comptes rendus,* t. CXXIV, p. 618; t. CXXVI, p. 835.

(3) *Comptes rendus,* t. CIII, p. 795.

(4) *Comptes rendus,* t. CVIII, p. 165.

» M. Crookes appelle *yttria* un mélange de terres douées de fluorescences variées et dont les éléments forment une famille de corps très voisins; espèces d'yttriums dont les poids atomiques doivent osciller autour de 89; enfin ces diverses yttrias donnent toutes le même spectre électrique.

» M. Lecoq de Boisbaudran nomme *yttria* la terre (*qu'on la suppose simple ou complexe*), non fluorescente, qui produit le spectre si connu et dont le poids atomique est 89.

» En résumé, le procédé des fractionnements (sulfates, nitrates, acétylcétonates, éthylsulfates) donne une limite inférieure de termes indédoublables, limite qui varie autour de 96. Cette limite n'est-elle qu'apparente? C'est un point que des recherches que je poursuis actuellement parviendront peut-être à élucider. »

CHIMIE. — *L'acide carbonique de l'atmosphère.* Note de MM. **Albert-Lévy** et **H. Henriet**, présentée par M. Arm. Gautier.

« M. A. Gautier a montré, dans ses expériences, que la potasse, employée comme absorbant de l'acide carbonique, laisse toujours échapper un volume d'acide égal, au minimum, au millionième du volume de l'air circulant.

» Nous faisons, depuis vingt ans, le dosage quotidien de l'acide carbonique atmosphérique; nos résultats, publiés dans les *Annuaires de l'Observatoire de Montsouris,* indiquent des variations dont l'amplitude est telle qu'une pareille différence peut être considérée comme négligeable. D'ailleurs, les erreurs inévitables dues aux manipulations ne nous permettent pas d'obtenir une approximation inférieure à ce millionième qui correspond à moins d'une goutte de notre liqueur acide. Mais nous avons toujours constaté que la baryte est l'absorbant par excellence de l'acide carbonique et nous avons eu l'idée de doser simultanément, chaque jour, cet acide par la potasse et par la baryte. Les résultats de cette double analyse nous ont conduits à des conséquences intéressantes.

» A Montsouris, au sud de la ville, presque à la campagne, on obtient généralement les mêmes nombres avec la potasse et la baryte : les seconds tubes témoins, soit de potasse, soit de baryte, ne contiennent rien. Voici les résultats obtenus par MM. Marboutin, Pécoul, Bouyssy durant la première semaine d'avril dernier :

1898.	Volume à zéro et 760mm.	Lectures d'acide carbonique. Repère.	1er tube.	2e tube.	Absorbant.	Acide carbonique dans 100mc d'air.
	lit	cc	cc	cc		
Avril 4.....	224,2	23,32	11,20	23,32	Potasse	30,8
»	212,4	25,00	13,55	25,00	Baryte	30,8
» 6.....	132,1	23,32	16,00	23,32	Potasse	31,5
»	128,5	25,00	17,90	25,00	Baryte	31,5
» 8.....	148,8	21,70	13,25	21,70	Potasse	32,4
»	147,6	25,00	16,60	25,00	Baryte	32,4

» A la place Saint-Gervais, au centre de la ville, c'est au contraire l'identité des résultats qui est l'exception. Tantôt nous trouvons deux nombres pareils, à $\frac{1}{1000000}$ près :

1898.		Volume à zéro et 760mm.	Acide dans 100mc d'air.
		lit	lit
Mai 23.	Potasse............	117,56	31,7
»	Baryte.............	116,69	31,8
» 25.	Potasse............	117,35	32,3
»	Baryte.............	116,12	32,2

tantôt nous trouvons des différences de $\frac{30}{1000000}$ et au delà :

1897.		Volume à zéro et 760mm.	Acide dans 100mc d'air.
		lit	lit
Juillet 13.	Potasse...........	232,2	28,9
»	Baryte............	223,4	31,3
» 15.	Potasse...........	201,9	28,2
»	Baryte............	281,7	31,2

» Les mêmes jours où l'on constatait de pareilles différences, nous observions qu'en opérant avec deux ballons de 6lit, et en laissant l'acide au contact prolongé des alcalis, même extrêmement dilués, on obtenait le même nombre avec la potasse et la baryte, un peu supérieur à celui que donnait la baryte dans la première expérience. Ces différences entre l'action des deux alcalis, variables aux diverses époques de l'année, variables en un même lieu avec l'altitude, variables selon le degré de dilution des liqueurs, nous ont fait penser qu'il y avait là un phénomène autre que celui de l'absorption de l'acide carbonique atmosphérique.

» Des expériences nombreuses, qui seront relatées dans un Mémoire que nous préparons, nous font penser que les alcalis, potasse et baryte, ont

une double action sur l'air atmosphérique : ils absorbent l'acide carbonique à peu près de la même façon; mais, au contact de l'oxygène de l'air, ils transformeraient en acide carbonique, et cela avec une vitesse différente, le carbone des matières organiques gazeuses qui existent dans l'air.

» A Montsouris, le second tube de baryte reste toujours clair; à la place Saint-Gervais il offre presque toujours un dépôt d'une forme toute spéciale (arêtes de poisson) semblant indiquer une précipitation après dissolution.

» L'existence de ces matières organiques gazeuses nous paraît ressortir des expériences suivantes qui indiquent en outre quelques-unes de leurs propriétés :

» Le même air qui donne des poids différents d'acide carbonique avec la potasse et la baryte, étant débarrassé des matières en suspension, puis dirigé dans un tube en porcelaine chauffé au rouge et contenant de l'oxyde de cuivre, donne alors des poids égaux d'acide sur la baryte et la potasse, poids légèrement plus élevés que dans la première expérience.

» Si l'on comprime de l'air dans un réservoir et qu'on remplisse par des détentes rapides une série de ballons, le taux d'acide carbonique augmente d'une manière continue. Si l'on opère une série de détentes, lentes et rapides, les nombres obtenus sont alternativement forts et faibles. Ces résultats sont dus à des phénomènes de condensation ainsi que nous le montrerons, phénomènes qui permettent d'expliquer l'odeur des brouillards et leur forte teneur en acide carbonique.

» Des dosages faits au niveau du sol sembleraient indiquer que la terre est la source principale de ces matières gazeuses. En comprimant dans un ballon de verre de l'air provenant du sol du cimetière du Père-Lachaise et opérant une détente brusque, le ballon s'est subitement rempli d'un brouillard marron foncé qui s'est dissipé au bout de quelques secondes sans laisser la moindre trace sur les parois.

» Nous pensons que ces matières organiques gazeuses doivent être brûlées par l'ozone atmosphérique, ce qui expliquerait la faible proportion de ce gaz et même son absence dans l'air des villes. Nous avions déjà reconnu, dans l'air de Montsouris, qu'à certaines heures de la journée l'ozone atmosphérique disparaissait brusquement pour reparaître peu après. Nous continuons ces recherches. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur une heptacétine cristallisée, dérivée de l'ouabaïne.* Note de M. **Arnaud**, présentée par M. Friedel.

« L'anhydride acétique, soit seul, soit additionné de $ZnCl^2$, agit assez facilement à chaud sur l'ouabaïne anhydre, mais l'on obtient ainsi toujours des acétines amorphes fortement colorées, constituées vraisemblablement par des mélanges; à froid, la réaction est très longue à se produire, mais on obtient alors un dérivé cristallisé qui se forme après déshydratation préalable de l'ouabaïne sous l'influence de l'anhydride acétique et du $ZnCl^2$.

» Cependant il est encore préférable de préparer cette acétine cristallisée en opérant vers 60° :

» On prend 250gr d'anhydride acétique pur, on y dissout à chaud 5gr de $ZnCl^2$, on laisse refroidir et l'on ajoute alors, d'un seul coup, 25gr d'ouabaïne anhydre en poudre fine (ouabaïne séchée pendant vingt-quatre heures à 110°). On chauffe légèrement jusqu'à 30° ou 35° pour amorcer la réaction; la température s'élève alors, spontanément, à 70°-75°. L'ouabaïne, primitivement en suspension dans le liquide, se dissout rapidement, surtout si l'on prend soin d'agiter le mélange. Le liquide se colore en brun clair et devient bientôt limpide; si la température descend au-dessous de 60°, on chauffe doucement pour la ramener à 70°, finalement ou laisse refroidir et l'on verse le liquide dans cinq ou six fois son volume d'eau chaude. Par le repos, le mélange d'acétine insoluble se dépose en un magma cristallin que l'on purifie en le faisant dissoudre dans l'alcool à 85° bouillant; une partie de l'acétine ne tarde pas à cristalliser en petites écailles brillantes, que l'on obtient facilement tout à fait pures par plusieurs cristallisations dans l'alcool.

» Le rendement en acétine cristallisée est d'environ 50 pour 100 de l'ouabaïne traitée, car il se forme en même temps une forte proportion d'acétine amorphe, très soluble dans l'alcool et dans la plupart des autres dissolvants, et qui paraît résulter de l'éthérification d'un produit de déshydratation plus avancée de l'ouabaïne.

» L'acétine cristallisée est insoluble dans l'eau, assez soluble dans l'acide acétique, même étendu, facilement dans l'alcool chaud, peu dans l'alcool froid :

		Acétine.
	°	gr
100 parties d'alcool à 85° dissolvent	à 15,5........	0,720
»	à 16,5........	0,730
»	à 20,0........	0,855

» Elle est presque insoluble dans l'éther ordinaire, très soluble dans

l'éther acétique et dans l'acétone. Elle cristallise en minces lamelles rhombiques anhydres. Elle fond vers 310° en se décomposant rapidement. Elle est lévogyre

$$(\alpha)D = -68°,5 \; [(\alpha)d = -2°,30' \text{ (pour } V = 100;\ \lambda = 0^{m},50;\ \pi = 0^{gr},730)]$$

en solution dans l'alcool à 85°. Avec d'autres dilutions, on a trouvé

$$(\alpha)D = -68°,4 \text{ et } -68°,6.$$

» Saponifiée par les alcalis, potasse ou baryte, elle donne naissance, en même temps qu'à l'acétate alcalin correspondant, à un corps à fonction acide, amorphe, et qui paraît se rapprocher par ses propriétés de l'acide ouabaïque, mais qui en diffère cependant très nettement par son pouvoir rotatoire, lequel, tout en étant de même sens, est de valeur beaucoup moindre. Ce corps, acide, s'hydrolyse facilement par l'action des acides minéraux étendus, bouillants, en donnant une résine insoluble dans l'eau, et une forte proportion de rhamnose.

» L'acétine cristallisée possède donc encore la fonction glucoside et est un dérivé de l'ouabaïne et non pas d'un produit de dédoublement de celle-ci, ainsi que le montrent du reste les analyses élémentaires suivantes de l'acétine cristallisée séchée à 110° :

	Trouvé.			Calculé pour $C^{44}H^{58}O^{18}$.
Carbone...........	60,13	60,17	60,32	60,41
Hydrogène..........	6,72	6,73	6,64	6,63
Oxygène...........	»	»	»	32,96
				100,00

» Ces résultats correspondent à une heptacétine prenant naissance après déshydratation de l'ouabaïne : $C^{30}H^{46}O^{12} - H^2O = C^{30}H^{44}O^{11}$ qui par éthérification donne l'heptacétine : $C^{30}H^{37}(C^2H^3O)^7O^{11}$.

» En effet, une heptacétine correspondant à l'ouabaïne non déshydratée exigerait seulement : carbone 59,20; hydrogène 6,72, ce qui ne concorde pas avec les analyses précédentes, ni avec les dosages d'acide acétique après saponification. Du reste, malgré toutes les expériences tentées à ce sujet, il a été impossible de régénérer l'ouabaïne de cette acétine par saponification avec les acides ou les alcalis.

» Le dosage des acétyles fixés a été fait de la manière suivante : L'acétine a été d'abord saponifiée en tube scellé avec de l'eau de baryte concen-

trée, en chauffant pendant plusieurs heures à 110°. Le produit de la réaction, additionné d'un léger excès de SO^4H^2, a été introduit dans un appareil permettant la distillation dans un courant de vapeur d'eau; l'acide acétique mis en liberté est ainsi entraîné en totalité ainsi que l'ont démontré des expériences de contrôle. L'acide distillé a été titré alcalimétriquement :

	Trouvé.			Calculé pour $C^{30}H^{37}(C^2H^3O)^7O^{11}$.
Acide acétique.........	49,15	49,20	49,35	49,199 pour 100.

» L'ouabaïne contient donc neuf hydroxyles, dont quatre appartiennent certainement au groupe du rhamnose $CH^3(CHOH)^4COH$, contenu dans ce glucoside; les cinq autres appartenant alors au second groupement, encore inconnu, qui perd deux OH en se déshydratant avant de s'éthérifier.

» Quant à l'acétine amorphe (1), qui se forme en même temps que celle qui vient d'être étudiée, elle contient davantage de carbone (carbone 62,07; hydrogène 6,69) quoiqu'elle fournisse par saponification une proportion moindre d'acide acétique. Elle est donc l'éther d'un produit de déshydratation plus avancé de l'ouabaïne, qui sans doute perd alors deux molécules d'eau avant de s'éthérifier, ne conservant ainsi que cinq groupements OH. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur quelques acétals de la pyrocatéchine.* Note de M. **Ch. Moureu**, présentée par M. H. Moissan.

« Les acétals $R - CH = (OR')^2$ sont des éthers dialcooliques d'hydrates d'aldéhydes $R - CH = (OH)^2$ peu stables : les agents les plus faibles suffisent, en général, à détruire la double fonction éther-oxyde, l'acétal se dédoublant en aldéhyde et deux molécules alcooliques.

» Poursuivant l'étude des dérivés de la pyrocatéchine, il m'a paru intéressant de rechercher quelle pourrait être l'action exercée sur la fonction acétal par la fonction phénol demeurée libre dans l'oxyacétal-phénol encore inconnu $C^6H^4.(OH)_{(1)}.[O - CH^2 - CH(OC^2H^5)^2]_{(2)}$. Aussi bien la position ortho de cette dernière devait-elle favoriser les réactions.

» L'oxyacétal-phénol, dont l'étude fait l'objet principal de cette Note, prend naissance lorsqu'on chauffe en tubes scellés, à 175°, de la pyrocaté-

(1) Cette acétine renferme encore de l'heptacétine cristallisée qui ne peut en être séparée.

chine monosodée (1 molécule) avec de l'acétal monochloré

$$CH^2Cl - CH(OC^2H^5)^2 \text{ (1 molécule)},$$

en présence d'alcool absolu. Il se forme toujours en même temps, dans cette réaction, une certaine proportion de diacétal

$$C^6H^4[O - CH^2 - CH(OC^2H^5)^2]^2_{(1.2)},$$

que l'on sépare, au moyen de la soude étendue où il est insoluble, du monoacétal et de la pyrocatéchine restée inattaquée. On isole le monoacétal en acidulant la liqueur alcaline par l'acide chlorhydrique, qui le précipite sous la forme d'une huile lourde insoluble. On le débarrasse, par des lavages à l'eau répétés, de traces de pyrocatéchine qu'il retient énergiquement. Il est impossible de le purifier par distillation : il se décompose, en effet, au moins partiellement, pendant cette opération, même effectuée sous pression réduite. L'action de la chaleur sur le monoacétal sera d'ailleurs étudiée plus loin.

» L'aldéhyde correspondante $C^6H^4(OH)_{(1)}, (O - CH^2 - CHO)_{(2)}$ a été obtenue en hydrolysant l'acétal par l'acide sulfurique étendu à l'ébullition. C'est une huile lourde, épaisse, incolore, qui distille à 139° ($H = 9^{mm}$) sans décomposition, peu soluble dans l'eau à froid, plus soluble à chaud, soluble dans les alcalis d'où elle peut être reprécipitée par les acides. Quoique possédant une fonction phénol, ce corps ne donne, avec le chlorure ferrique, aucune coloration. Par sa fonction aldéhyde, il réduit le nitrate d'argent ammoniacal, colore en rouge violacé le bisulfite de rosaniline et fournit, avec le bisulfite de soude, une combinaison cristallisée dont l'existence rend sa purification très facile. Il se décompose par la chaleur en perdant de l'eau à partir de 225°. Le produit de déshydratation qui se forme ainsi et qui doit être l'éthène-pyrocatéchine $C^6H^4 = O^2C^2H^2_{(1,2)}$ se détruit ou se polymérise à mesure qu'il prend naissance.

» L'éther acétique $C^6H^4(O-COCH^3)_{(1)}.(O-CH^2 - CHO)_{(2)}$ distille sans décomposition à 141° ($H = 8^{mm}$). Il réduit le nitrate d'argent ammoniacal et colore très lentement le bisulfite de rosaniline. Il se détruit lorsqu'on le chauffe à partir de 220° environ.

» L'action de la chaleur sur le monoacétal est particulièrement intéressante. Dès la température de 210°-215°, il y a élimination d'une molécule d'alcool, facile à caractériser à l'état d'iodoforme, et d'un corps neutre,

insoluble dans les alcalis, l'éthoxyléthane-pyrocatéchine

$$C^6H^4\left\langle\begin{matrix}(1)\,O - CH^2 - CH\left\langle\begin{matrix}OC^2H^5\\OC^2H^5\end{matrix}\right.\\(2)\,OH\end{matrix}\right. = C^2H^6O + C^6H^4\left\langle\begin{matrix}O - CH^2\\ \quad\;\;|\\O - CH - OC^2H^5\end{matrix}\right..$$

Monoacétal. Ethoxyléthane-pyrocatéchine.

» Cette nouvelle substance, qui se présente sous la forme d'une huile incolore, est facilement entraînable par la vapeur d'eau. Elle bout exactement à 247° (corr.), et a pour densité 1,158 à 0°.

» L'acide sulfurique dilué et bouillant l'hydrolyse lentement, avec élimination d'une molécule d'alcool et formation d'une aldéhyde identique à celle décrite plus haut

$$C^6H^4\left\langle\begin{matrix}O - CH^2\\ \quad\;\;|\\O - CH - OC^2H^5\end{matrix}\right. + H^2O = C^6H^4\left\langle\begin{matrix}O - CH^2 - CHO\\OH\end{matrix}\right. + C^2H^6O.$$

» L'éthoxyléthane-pyrocatéchine, en effet, est en réalité un acétal d'un genre particulier; l'une des deux fonctions éther-oxyde fixée sur le carbone aldéhydique $\left(-\overset{|}{C}H-\right)$ est de nature alcoolique $(-OC^2H^5)$, et la seconde de nature phénolique. C'est peut-être le premier exemple connu de ces sortes d'acétals mixtes.

» Quant au diacétal $C^6H^4[O - CH^2 - CH = (OC^2H^5)^2]^2$, on l'obtient à l'état pur par lavage à la soude étendue du produit brut et rectification. Il constitue un liquide huileux distillant à 195°-197° ($H = 9^{mm}$), et de densité 1,061 à 0°. On peut l'hydrolyser en quelques heures en le chauffant à reflux avec de l'acide sulfurique très dilué. L'aldéhyde qui prend naissance est soluble dans l'eau, peu soluble dans l'éther.

» On voit, en résumé, que l'influence exercée par la fonction phénol libre sur la fonction acétal, dans l'oxyacétal-phénol, tend vers la production d'un acétal mixte à chaîne fermée hexagonale, ce dernier composé étant susceptible de rouvrir sa chaîne par hydratation, avec formation de l'aldéhyde correspondant à l'oxyacétal-phénol primitif. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Nitration de la cellulose et de ses dérivés hydro et oxy.* Note de M. **Léo Vignon**.

« J'ai soumis à la nitration la cellulose pure du coton, l'hydrocellulose et l'oxycellulose qui en dérivent.

» Ces substances ont été préparées dans les conditions précisées par mes Communications précédentes (*Comptes rendus*, 20 septembre 1897, 9 mai 1898).

» La nitration a été poussée à son maximum, afin de rechercher si le nombre des hydroxyles éthérifiables de la cellulose avait subi une modification par la transformation de cette substance en hydro- et en oxycellulose.

» 10^{gr} de cellulose, d'hydrocellulose et d'oxycellulose sèches ont été immergés respectivement dans 150^{cc} d'un mélange de :

3 parties en poids	SO^4H^2,	densité	....	1,84
1	»	AzO^3H,	»	1,50

» La température a été réglée à 10° pendant le mélange et maintenue à 10°-12° pendant vingt-quatre heures; on a précipité ensuite dans 2^{lit} d'eau froide, lavé jusqu'à neutralité, essoré, séché et pesé.

» On a obtenu des poids sensiblement égaux de produits dans les trois cas (14^{gr}-16^{gr}).

» L'azote a été dosé dans ces produits nitrés à l'état d'AzO :

	Volume de AzO pour 1^{gr} de produit sec.
Nitrocellulose......................	$203^{cc},4$
Nitrohydrocellulose..................	202,9
Nitrooxycellulose....................	198,7

» Ces produits nitrés présentent les caractères suivants :

» Ils sont inflammables; conservée à l'air, l'hydrocellulose nitrée jaunit et s'altère. Il en est de même de l'oxycellulose nitrée, qui s'altère cependant avec plus de lenteur, tandis que la nitrocellulose se montre stable.

» *Action du réactif de Schiff* (fuchsine, acide sulfureux). — La cellulose et l'hydrocellulose nitrées ont des propriétés aldéhydiques faibles; celles de l'oxycellulose nitrée sont plus accentuées, mais elles ne semblent pas avoir augmenté par la nitration.

» *Liqueur cupropotassique.* — La cellulose et l'hydrocellulose nitrées réduisent énergiquement à l'ébullition; les propriétés réductrices de l'oxycellulose nitrée sont plus accentuées et se manifestent avant l'ébullition.

» *La solution de potasse à* 35° B. attaque inégalement les produits nitrés.

» La cellulose nitrée est attaquée seulement au bout de quelques heures; elle se dissout en jaune clair.

» L'hydrocellulose nitrée est attaquée plus rapidement (une heure), mais dans les mêmes conditions que le produit précédent.

» L'oxycellulose nitrée donne, au bout de quelques minutes, une solution analogue à celle de la nitrohydrocellulose, puis la masse se dissout complètement, avec faible dégagement gazeux, brunissement rapide, tandis que la température s'élève jusque vers 60°.

» *Formation du furfural.* — Les trois produits nitrés, distillés avec de l'acide chlorhydrique de densité 1,06, laissent dégager de grandes quantités de vapeurs nitreuses; le distillatum recueilli, neutralisé, puis acidulé par l'acide acétique, se trouble par la phénylhydrazine et accuse la formation de furfural en très petites quantités pour la cellulose et l'hydrocellulose, en quantités plus grandes pour la nitrooxycellulose, résultat de trois nitrations successives.

» Les trois celluloses ont été soumises à trois nitrations successives dans les conditions précédemment indiquées : avant chaque nitration les matières ont été desséchées, pour éviter la dilution du mélange nitrant.

» On a dosé l'azote fixé après chaque opération à l'état d'AzO :

	Volume d'AzO pour 1^{gr} de matière sèche.		
	1re nitration.	2e nitration.	3e nitration.
Cellulose............	$203^{cc},4$	212^{cc}	213^{cc}
Hydrocellulose........	202,9	208,7	208
Oxycellulose..........	198,7	197,5	208

» La fixation de 11 AzO^2 pour une molécule de cellulose en C^{24} exige 214^{cc} AzO.

» On peut considérer en somme que les trois corps envisagés donnent des dérivés également nitrés quand l'action nitrante est portée à son maximum.

» Les quantités un peu plus faibles d'AzO données par l'hydrocellulose et l'oxycellulose, par rapport à la cellulose, s'expliquent par des différences d'état physique moins favorable pour les deux premiers corps et par l'augmentation de leur poids moléculaire qui s'est accru par fixation d'eau ou d'oxygène.

» Nous pouvons conclure de ces expériences, que la cellulose, dans sa transformation en hydro- et en oxycellulose, n'a pas éprouvé de change-

ments très considérables dans la structure élémentaire de son type chimique initial. Elle n'a subi, pour ainsi dire, que des modifications partielles que nous chercherons à préciser. »

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Mucine nouvelle extraite d'un kyste ovarien.* Note de M. **Charles Lepierre**, présentée par M. Arm. Gautier.

« Vers la fin de 1895, le Dr Sousa Refoios me remettait, pour en faire l'étude, le contenu d'un kyste colloïde ovarien, multiloculaire, d'aspect gélatineux, tremblotant, collant un peu aux doigts. J'eus d'abord l'idée que la substance principale qui le constituait était la *colloïdine* étudiée par MM. Wurtz, Gautier et Cazeneuve. Je ne tardais pas à me convaincre qu'il n'en était pas ainsi. Il s'agissait en réalité d'une *mucine spéciale*, différente de toutes celles décrites jusqu'ici, mais appartenant au groupe des *mucines vraies* c'est-à-dire dédoublables par les acides étendus en hydrates de carbone et albuminoïdes.

« *Préparation.* — On fait bouillir la substance gélatineuse ($1^{kg},200$) pendant quinze heures à 100° avec deux fois et demie son poids d'eau; la masse se fluidifie, on filtre sur toile, on étend d'eau et l'on précipite le liquide par un léger excès d'acide acétique. Le précipité, ainsi obtenu, est lavé à l'eau, dialysé et mis en digestion avec de l'alcool, puis de l'éther, pour dissoudre des traces de graisse. Après dessiccation sur H^2SO^4 et paraffine on a obtenu 48^{gr} de cette mucine.

» Les liquides filtrés ont été évaporés au bain-marie après neutralisation presque complète par la soude; il se forme pendant l'évaporation un léger précipité d'*albumine*. La liqueur ne renferme plus ni albumoses, ni peptones. On sépare l'acétate de soude par l'alcool et la liqueur est soumise à la méthode générale de M. Gautier, en vue de l'extraction des bases ([1]). L'acide phosphomolybdique y forme un précipité assez abondant qui, après traitement par l'acétate de plomb, fournit des acétates que l'alcool à 50° divise en une partie soluble et un résidu. Ce dernier, peu abondant, a donné les réactions des bases xanthiques; je n'ai pu y reconnaître de bases créatiniques. La partie soluble traitée par le chlorure mercurique précipite quelques bases que l'emploi de l'acétate de cuivre permet de diviser en trois groupes : 1° l'acétate à froid donne un léger précipité de dérivés carbo-pyridiques; 2° à chaud, pas de précipité (les bases xanthiques se trouvaient donc toutes dans la partie insoluble dans l'alcool); 3° les bases ne précipitant pas par l'acétate de cuivre étaient nulles. La liqueur séparée du précipité mercurique nous a donné une quantité de bases trop petite pour l'étude.

([1]) A. Gautier, *Toxines*, p. 64.

» Voici le résultat de l'analyse immédiate de ce kyste, par la méthode que je viens d'indiquer :

Eau	94,0
Substances sèches (dont 4,0 de mucine)	6,0
Albumine et leucomaïnes	1,17
Cendres (formées surtout des chlorures, phosphates et sulfates alcalins)	0,83 [1]

» *Propriétés de la mucine. — Composition centésimale.* Elle résulte de la moyenne de 4 analyses. La matière séchée était à 100° :

Carbone	49,2
Hydrogène	7,0
Azote	12,6
Soufre	0,94
Cendres	0,50

» Cette composition rapproche cette substance des mucines des glandes sous-maxillaires et des tendons. La colloïdine renferme 50 pour 100 d'azote et 30 pour 100 de carbone en moins.

» C'est une matière blanc grisâtre qui se gonfle lentement dans l'eau; cette *pseudo-dissolution* peut être filtrée si elle est étendue; le filtre de biscuit retient toute la mucine en suspension. L'*acide acétique* la précipite en une masse non filante, insoluble à froid dans un grand excès d'acide.

» L'eau, à froid, la gonfle lentement sans la dissoudre; à 100°, l'eau pure ne l'attaque pas; de même à 120° (trois heures). Le liquide renferme des traces de matières albuminoïdes dissoutes. Si la mucine ne renferme pas d'acide acétique il ne se forme aucune substance réductrice.

» Le précipité acétique, même récent et humide, est *insoluble* dans la *potasse* ou la *soude* à $\frac{1}{1000}$. Ces bases à 1 pour 100 ou à 5 pour 100 n'attaquent pas cette mucine à froid; à chaud on obtient une solution jaunâtre que l'acide acétique précipite, mais la mucine a été altérée car ce précipité se redissout dans un excès d'acide. La potasse à 10 pour 100 gonfle la mucine sans paraître l'attaquer; à chaud on obtient une solution jaune que l'acide acétique ne reprécipite plus.

» L'ammoniaque, même à chaud, n'attaque pas cette mucine. Elle est également *insoluble dans l'eau de chaux*, même après plusieurs semaines; elle se gonfle simplement. Après deux mois, une petite partie s'est dissoute et peut être séparée à nouveau par l'acide acétique. A chaud (100° ou 110°) la majeure partie de la mucine reste inattaquée; une petite partie se dissout et la liqueur, qui ne précipite plus par l'acide acé-

---

[1] Les $0^{gr},836$ renfermaient : chlore 0,269; SO^3 0,025; P^2O^5 0,009; sodium 0,174; potassium 0,041; chaux 0,036; magnésie 0,006; fer et alumine 0,025.

tique, renferme des *albumoses* et des *peptones*. Avec l'eau de baryte, cette mucine se transforme en vraies peptones.

» Dans l'action des alcalis étendus on n'observe pas de dégagement d'ammoniaque. Ce fait, joint à l'*insolubilité dans les alcalis étendus* écarte déjà la mucine étudiée des mucines jusqu'ici décrites.

» L'*acide acétique* à 5 pour 100, à froid, gonfle seulement cette mucine. A chaud (100°, une heure) elle est légèrement attaquée; il se forme des albumoses et des hydrates de carbone. A 120° (trois heures) la mucine est complètement dédoublée *en albumoses et en hydrates de carbone* qui réduisent la liqueur de Fehling.

» Les réactions sont de même ordre avec l'acide chlorhydrique à 2, à 5 ou 10 pour 100, qui *ne dissout pas à froid* la mucine, mais qui la dédouble à chaud, et avec l'acide sulfurique à 2 pour 100.

» L'*hydrate de carbone* qui se forme par l'action des acides étendus sur cette mucine répond à la formule $C^6H^{12}O^6$, mais il diffère du glucose; il est inactif au polarimètre, ne fermente pas et réduit abondamment la liqueur de Fehling. Son osazone fond à 164°-165° et cristallise en aiguilles jaunes, réunies en touffes. Le sous-acétate de plomb ammoniacal ne précipite qu'incomplètement ce sucre de ses solutions.

» La solution, obtenue par l'ébullition directe du kyste à l'autoclave, précipitation par l'alcool ou l'acide acétique et redissolution dans l'eau, présente, en outre, les caractères suivants qui la distinguent des autres mucines : la chaleur ne coagule pas ses dissolutions, les sels neutres précipitent cette mucine; la réaction de Millon est très nette; les solutions ne réduisent pas directement la liqueur de Fehling; elles précipitent par le tannin, le ferrocyanure acétique, le chlorure mercurique, l'acétate et le sous-acétate de plomb, le sulfate de cuivre, l'alun; mais *aucun de ces précipités n'est soluble dans un excès*.

» Cette *mucine*, traitée à 45° par la pepsine et l'acide chlorhydrique à 3 pour 1000 se transforme complètement [1] en un mélange de *mucine-albumose* et de *mucine-peptone*, séparables par le sulfate d'ammonium.

» Cette substance, soumise à 190°, durant soixante heures, à l'action de la baryte cristallisée, selon la méthode de Schützenberger (20gr mucine, 60gr baryte, 100gr eau), donne :

Azote ammoniacal	3,5
Anhydride carbonique	3,3
Acide oxalique	2,4
Acide acétique	4,7

[1] On exclut ainsi l'idée d'une nucléo-albumine.

et un *résidu fixe* qui avait la composition suivante :

Carbone	46,5
Hydrogène	7,9
Azote	9,3

Ce résidu ne réduisait pas la liqueur de Fehling.

» La substance principale étudiée dans cette Note appartient, on le voit, à la classe des *vraies mucines;* elle ne peut se confondre avec le mucoïde de Hammarsten; elle est différente des mucines décrites (escargot, limace, tendons, glandes sous-maxillaires) par son insolubilité dans les alcalis étendus, par l'action des alcalis concentrés, par son insolubilité dans les acides minéraux et par la plupart de ses réactions. »

ZOOLOGIE. — *Sur les Holothuries recueillies par le* Travailleur *et le* Talisman. Note de M. **Rémy Perrier**, présentée par M. Milne-Edwards.

« Dans une précédente Communication ([1]), j'ai énuméré et décrit les Élasipodes recueillies par les explorations françaises sous-marines. La présente Note, relative aux autres familles d'Holothuries, complète l'exposé de mes recherches sur le groupe dont la Commission des dragages a bien voulu me confier l'étude. Le nombre des individus dont il est ici question est de 277, se rapportant à 31 espèces, dont 15 n'ont pas encore été décrites. Je m'occuperai à peu près exclusivement de ces dernières.

» I. Famille des Holothuriidæ (Aspidochirotes). Ludwig (*Holothuries de l'Albatross*) a divisé cette famille en deux tribus : les Synallactinæ et les Holothuriinæ. Les premières se distinguent : 1° Par l'absence de vésicules tentaculaires; 2° par leurs organes arborescents sans relation avec le système circulatoire; 3° par leur canal hydrophore ouvert à l'extérieur, ou du moins conservant avec la paroi dorsale du corps des connexions plus ou moins étroites. Ces caractères rapprochent nettement cette tribu des Élasipodes; de plus, la subdivision proposée par Ludwig a une grande importance au point de vue bathymétrique. C'est en effet, à quelques exceptions près, aux *Synallactinæ* qu'appartiennent les formes abyssales, tandis que les formes littorales se rattachent à peu près exclusivement aux *Holothuriinæ*. L'évolution du groupe devient ainsi très claire : les *Synallactinæ,* détachées de bonne heure de la souche des *Holothuriinæ,* comme l'indiquent leurs caractères primitifs, ont émigré dans les

---

([1]) *Comptes rendus,* séance du 23 novembre 1896.

grands fonds et, par une évolution facile à suivre, ont donné naissance au groupe spécialisé des *Élasipodes*.

» La subdivision ci-dessus indiquée nécessite un remaniement dans les groupements génériques :

» 1. Tribu des SYNALLACTINÆ : 182 individus, répartis en onze espèces, dont sept nouvelles :

» 1° Au genre *Mesothuria* Ludw. légèrement modifié, je rattache *Hol. intestinalis* Asc. et Rath. (440^m-1400^m); *Hol. Verillii* Théel (1100^m-4255^m), l'une des espèces les plus largement répandues dans les grands fonds; sans doute aussi *Hol. Murrayi* Théel, et enfin une espèce nouvelle, *Mes. maroccana* (2200^m), se rattachant à *Hol. Murrayi*, dont elle diffère par son ambulacre impair nu et par l'absence de gros pédicelles sur les ambulacres latéraux;

» 2° *Zygothuria* n. gen. Une seule rangée de gros pieds espacés sur chaque ambulacre latéral; papilles dorsales très petites, un seul buisson génital; madréporite tout contre la paroi du corps. A ce nouveau genre je rattache *Z. lactea* Théel (912^m-1975^m), espèce polymorphe dont j'ai distingué plusieurs variétés; et une espèce nouvelle, *Z. connectens* (1975^m-2518^m), différant de la précédente notamment par ses sclérites à perforations nombreuses plus ou moins arrondies;

» 3° *Pseudostichopus atlanticus* n. sp. (4165^m) diffère de *Ps. villosus* Théel, par ses appendices ambulacraires autrement disposés, non sériés, et ses sclérites en forme de plaques mamelonnées;

» 4° *Pælopatides grisea* (1918^m-4060^m) n. sp., n'est peut-être qu'une variété de *P. confundens* Théel, dont il diffère par sa forme générale, par ses spicules à bras plus obliques et à tige centrale très courte;

» 5° *Synallactes crucifera* (2115^m) : sur l'ambulacre impair un petit nombre de pieds sur deux rangs; sur les ambulacres latéraux un rang de pieds en zigzag, et audessus un rang de papilles; sur chaque ambulacre dorsal, deux rangées de papilles. Sclérites cruciformes très fins;

» 6° *Herpysidia* n. gen. : 20 tentacules; une sole ventrale bordée d'une rangée de papilles; ambulacre impair nu; ambulacres latéraux avec deux rangs de pieds; face dorsale couverte de grosses papilles; deux buissons génitaux. Ici je place *H.* (*Stichopus*) *Tizardi* Théel (830^m-1495^m), et une espèce nouvelle, *H. reptans* (2115^m), belle Holothurie rose, dont les papilles dorsales forment de chaque côté deux rangées assez nettes, avec une papille plus grosse en avant; il existe en outre, sur les interambulacres latéraux, d'autres papilles plus petites, assez nombreuses;

» 7° *Benthothuria funebris* (782^m-1230^m) n. gen. et n. sp. : aspect des *Benthodytes*, mais des poumons; une sole ventrale, portant quatre rangées de pieds, ne dépassant pas le tiers antérieur; papilles dorsales nombreuses sur les interambulacres latéraux, disparaissant sur la région médiane du dos. Pas de sclérites.

» 2. Tribu des HOLOTHURIINÆ : 35 individus, la plupart des zones superficielles; 7 espèces, dont une seule nouvelle.

» *Holothuria limbata* n. sp. : une sole ventrale différenciée; corps aplati avec un rebord latéral mince; des pieds sur la face dorsale comme sur la sole ventrale. Sclérites : des tables, des spicules dichotomes, de gros spicules recourbés et dentés (564^m).

» II. Fam. des CUCUMARIIDÆ (DENDROCHIROTES) : 19 individus, 7 espèces, dont 3 nouvelles.

» *Cucumaria incurvata* (*Siphothuria :* E. PERRIER, *Expl. sous-marines,* 1886, *fig.* 202). Appendices ambulacraires localisés sur les ambulacres, où ils forment une rangée en zigzag. Ce sont des papilles, soutenues par de longues plaques formant un faisceau rigide et ne laissant libre que l'extrémité de la papille. Sclérites : des plaques percées de trous que séparent des côtes saillantes; des coupes réticulées hémisphériques (60^m-106^m).

» *Ocnus compressus* n. sp. : corps recourbé en U, fortement comprimé latéralement; l'extrémité postérieure amincie en une queue; symétrie bilatérale évidente : pédicelles sur un seul rang, plus nombreux sur les ambulacres latéraux. Sclérites : plaques perforées imbriquées, dont la partie libre est couverte de tubercules triangulaires; des coupes réticulées (627^m).

» *Thyone gadeana* sp. nov. (106^m) diffère de *Th. fusus* par ses pédicelles plus fins et plus serrés, son anneau calcaire beaucoup plus allongé, ses sclérites un peu différentes.

» III. Fam. des TESSELATÆ : 4 individus, formant 2 espèces nouvelles.

» *Hypsilothuria attenuata* (E. PERRIER, *Expl. sous-marines,* 1886, *fig.* 203), décrite avec détail par Ludwig sous le nom de *Sphærothuria bitentaculata* (2325^m).

» *Hyps. Talismani* (E. PERRIER, *Ibid., fig.* 204) (1123^m).

» IV. Fam. des APODES : 37 individus, 6 espèces, dont 2 nouvelles.

» *Ankyroderma loricatum.* Corps allongé, peau lisse; sclérites se recouvrant au point de former un revêtement continu; plaques irrégulières, avec un ou deux prolongements; tables à 6 trous; des spatules, mais pas d'ancres, des granules bruns (1090^m-2425^m).

» *Ank. maroccanum* n. sp. : Diffère de *A. Danielsseni* par ses plaques perforées de deux espèces : les unes grandes, à trous larges et peu nombreux, les autres petites à trous petits et nombreux.

» En résumé la collection des Holothuries draguées par le *Travailleur* et le *Talisman* comprend 631 individus, se répartissant en 46 espèces, dont 26 sont nouvelles. »

ZOOLOGIE. — *Sur les premiers stades embryogéniques de* Serpula infundibulum *et* Hydroïdes pectinata. Note de M. **ALBERT SOULIER**, présentée par M. Milne-Edwards.

« Le mode de formation de la bouche et de l'anus chez la larve trochophore des Annélides est sujet à discussion.

» Le problème ne peut être élucidé que par l'étude d'animaux dont l'embryogénie est dilatée : quelques Serpuliens sont dans ce cas, notam-

ment *Serpula infundibulum* et *Hydroïdes pectinata*. J'ai étudié les premiers stades embryogéniques de ces deux Annélides, à la *Station zoologique de Cette*. J'y ai fait de nombreux essais de fécondation artificielle, et j'ai élevé pendant plusieurs jours les larves dont les transformations ont été observées d'une façon suivie.

» Chez *Serpula* la segmentation est totale et égale; chez *Hydroïdes*, au contraire, la segmentation totale est inégale au début, mais la différence de volume entre les cellules de segmentation ne tarde pas à s'atténuer, si bien qu'au stade morula tous les blastomères sont égaux entre eux, ou à peu près. Peut-être quelques-unes des cellules situées au pôle postérieur présentent-elles des dimensions un peu plus grandes. En tous cas les différences sont insignifiantes. A partir de ce stade l'évolution de *Serpula* et celle d'*Hydroïdes* sont identiques. La description suivante s'applique donc à l'une quelconque de ces deux Annélides.

» Dès la phase blastule, une modification importante se produit. Deux cellules blastodermiques, situées au pôle postérieur, deviennent plus volumineuses que leurs voisines et dessinent une saillie très accentuée, par leur partie interne, dans la cavité de segmentation. Ces deux éléments sont très évidents : ils absorbent en effet l'hématoxyline avec bien plus d'énergie que les autres cellules blastodermiques et acquièrent ainsi une coloration violette assez intense. Ces deux cellules, déjà bien nettes dès la phase blastule, sont les *initiales mésodermiques*. Dès ce moment elles indiquent, par leur situation, les côtés droit et gauche de la future trochophore. L'apparition des initiales mésodermiques précède donc la gastrulation. En effet, c'est seulement au moment où la saillie interne, formée par les deux initiales, est devenue bien marquée, que se produit l'invagination gastrulaire. Le pôle postérieur se déprime et, insensiblement, les cellules qui le constituent s'invaginent dans la cavité de segmentation. L'endoderme prend ainsi naissance. Les deux initiales mésodermiques, placées elles aussi au pôle postérieur, sont entraînées dans ce mouvement et perdent leurs relations avec l'extérieur. Pendant un temps très court, elles forment à droite et à gauche partie des lèvres du blastopore; puis elles ne tardent pas à se séparer de l'endoderme et se trouvent libres dans la cavité de segmentation, tout en demeurant situées dans le voisinage du blastopore. Celui-ci est nettement situé au pôle postérieur.

» L'invagination s'accentue et l'entéron, prenant toujours une plus grande extension, envahit une bonne partie de la cavité de segmentation. Les cellules endodermiques sont très longues, en forme de tronc de pyra-

mide; leur sommet correspond à la région du blastopore. Pendant que s'opèrent ces transformations, les trois ou quatre cellules ectodermiques placées au pôle antérieur sont devenues columnaires et ont acquis des dimensions bien supérieures à celles des éléments ectodermiques voisins. Elles forment la plaque céphalique, première ébauche du système nerveux. Le fond de l'entéron vient s'appliquer, ou peu s'en faut, contre cette plaque. Très généralement, les cellules formant le pôle antérieur et les cellules entériques entrent momentanément en contact par l'intermédiaire de prolongements protoplasmiques. Les expansions de cette nature, issues d'éléments blastodermiques, constituent du reste un fait général.

» Entre temps est apparue une couronne ciliée équatoriale; de même quelques cils très longs, en nombre restreint, se montrent sur la plaque céphalique. Tous ces cils traversent la membrane ovulaire, et permettent la progression de la larve.

» La larve, à ce moment, est encore parfaitement symétrique : la plaque céphalique, l'entéron et le blastopore se trouvent situés sur l'axe longitudinal, antéro-postérieur. Les cellules mésodermiques sont à droite et à gauche. Mais, dès lors, la symétrie disparaît. La région post-équatoriale s'accroît, mais d'une façon oblique. (Cette extension est rendue possible par la disparition de la membrane ovulaire qui, appliquée contre l'ectoderme, forme la cuticule larvaire. Celle-ci ne disparaît pas brusquement en une seule pièce, mais peu à peu. Elle se desquamme d'abord dans la partie terminale de la région post-équatoriale, tandis qu'elle persiste encore fort longtemps comme revêtement de la partie antérieure.) L'accroissement en longueur du blastopore est connexe de l'accroissement de la partie post-équatoriale et se fait dans une direction oblique : son extrémité antérieure occupant toujours la même situation, et son extrémité postérieure se déplaçant.

» Cette obliquité est de nature à masquer les phénomènes subséquents et peut expliquer la diversité des opinions signalées plus haut.

» Le blastopore prend ainsi la forme d'une fente longitudinale et s'étire, en quelque sorte, par le fait de l'extension de la zone post-équatoriale. Il se ferme par accolement des deux lèvres, tandis que la lumière de l'entéron disparaît. Un étranglement circulaire se montre au-dessous de la couronne ciliée, au niveau de l'extrémité antérieure du blastopore et déjà se dessine la forme en cloche de la trochophore. L'accroissement de la zone post-équatoriale s'accentue, la trochophore acquiert insensiblement son aspect définitif et l'extrémité postérieure du blastopore se trouve reportée à l'ex-

trémité postérieure terminale. La situation du blastopore n'est donc plus la même, puisque primitivement celui-ci se trouvait tout entier placé à l'extrémité postérieure de l'axe antéro-postérieur; de plus l'orientation générale a changé : cet axe longitudinal ne passe plus par le centre du blastopore, mais bien par l'extrémité postérieure de celui-ci. Quant à l'entéron il est réduit à un amas cellulaire qui présente l'aspect d'un cordon appliqué contre l'ectoderme, formant les lèvres du blastopore. Ce cordon ne tarde pas à se séparer de l'ectoderme, sauf en deux points, aux deux extrémités antérieures et postérieures du blastophore, où se percent la bouche et l'anus, tandis qu'une nouvelle cavité entérique apparaît par écartement des cellules endodermiques.

» Une seconde couronne ciliée apparaît au-dessous de la bouche. C'est la couronne postorale. L'anneau cilié équatorial devient ainsi la couronne préorale. Pendant ce temps les initiales mésodermiques ont proliféré; elles ont donné un certain nombre de cellules mésenchymateuses, et deux rangées d'éléments qui constituent les bandelettes mésoblastiques. Bientôt, les vésicules ovales, signalées par Stossech, apparaissent ainsi que les taches oculaires; les cellules rénales se montrent et insensiblement l'organisation de la trochophore se complète.

» Le blastopore donne donc naissance à la fois à la bouche et à l'anus; de plus, ses lèvres accolées forment la traînée cellulaire longitudinale qui, sur la face ventrale de la trochophore, s'étend de la bouche à l'anus. »

ZOOLOGIE. — *Formes épitoques et polymorphisme évolutif chez une Annélide du groupe des Cirratuliens* (Dodecaceria concharum *Œrst.*). Note de MM. **Félix Mesnil** et **Maurice Caullery**, présentée par M. Edmond Perrier.

« Nous avons signalé (*Comptes rendus*, 28 septembre 1896) l'existence de *formes épitoques* chez la famille des Cirratuliens et particulièrement chez la *Dodecaceria concharum* Œrst. L'intérêt de cette constatation nous a engagés à étudier d'une façon approfondie l'évolution de cette espèce que nous pouvions nous procurer en extrême abondance. Nous avons été amenés ainsi à la découverte de faits très intéressants pour la Biologie générale. On peut les désigner sous le nom de *polymorphisme évolutif*. Ce sont des transformations très difficiles à suivre d'une façon complète. Bien que nos résultats offrent encore quelques lacunes, nous croyons intéressant d'en donner ici un résumé.

» La *Dodecaria concharum* est une Annélide vivant dans des galeries creusées à l'intérieur du calcaire; à la Hague, on la trouve dans le *Lithothamnion polymorphum*. Dans son tube, l'animal est replié en U, la face dorsale étant du côté concave. Nous avons distingué les formes suivantes :

» 1° Forme A. — C'est de beaucoup la plus abondante. Elle est de couleur brune, mesure de 2^{cm} à $3^{cm},5$ et a de quarante-cinq à soixante-cinq segments. Elle n'a pas d'yeux, porte une paire de palpes et quatre à six paires de branchies. L'armature sétigère, à partir du sixième ou du septième parapode, se compose, aux deux rames, de soies capillaires (pouvant manquer) et surtout de grosses soies terminées par une excavation en forme de cuiller. L'animal mène une vie très sédentaire; il reste à peu près immobile, même une fois extrait du calcaire. *Nous n'avons jamais trouvé* (sur plusieurs centaines d'individus, aux diverses saisons et dans diverses localités) *que des femelles de cette forme* ([1]). Leur croissance se fait sans métamorphoses ni transformations internes. Les ovules sont de couleur vert bleuâtre et atteignent 200 μ. Les néphridies sont réduites à la paire antérieure. Nous les appellerons *femelles atoques* (forme atoque de notre Note de 1896).

» 2° Forme B_1. — Elle diffère peu de la forme A. Elle est de couleur jaune dans la région moyenne. Les armatures sétigères ont la même constitution, mais, à la base de leur excavation terminale, les soies en cuiller présentent d'un côté une dent saillante. La cavité générale est bourrée de cellules de réserve à granulations éosinophiles. Les organes génitaux sont rudimentaires; les néphridies sont réduites à la paire antérieure.

» 3° Forme B_2. — C'est celle que nous avons décrite en 1896 sous le nom de *forme épitoque*. Elle est très différente des précédentes. Le prostomium porte deux gros yeux. Les palpes sont atrophiés. Les rames sétigères dorsales, depuis le septième anneau jusqu'aux dix à quinze derniers environ, n'offrent plus que des soies capillaires fines et extrêmement longues (2^{mm}), par faisceaux de trente à quarante. Aux rames ventrales de la même région, on rencontre de place en place une soie en cuiller. Celles-ci sont identiques à celles de B_1. L'animal, extrait du calcaire, nage très activement. Sa cavité générale, où les cellules à réserves ont disparu, est bourrée de produits génitaux mûrs. *Les sexes sont séparés et représentés en proportions égales;* il n'y a pas dimorphisme sexuel. Le tube digestif est réduit à un mince cordon et n'est plus fonctionnel. Les néphridies, outre la grande paire antérieure, existent dans tous les anneaux, sauf au voisinage des extrémités; leur ouverture externe est *ventrale par rapport à la rame neurale.* — B_2 résulte de la métamorphose de B_1; nous avons suivi cette transformation de la façon la plus complète. B_1, à partir d'un certain stade, et B_2 sont toujours parasitées par une grégarine cœlomique (*Gonospora longissima* Caull. et Mesn.). Elles sont notablement moins abondantes que A et de taille plus

---

([1]) M. Monticelli (*Boll. Soc. nat. Napoli,* Vol. 9, 1895) décrit des *Dod. concharum* de Sardaigne, qui se rapportent incontestablement à la forme A, mais qui, d'après lui, sont *hermaphrodites protandriques*. On pourrait donc les considérer comme une forme distincte. Nous nous contentons de la signaler, ne l'ayant jamais observée dans la Manche.

petite (2^{cm} à $2^{cm},5$ en moyenne); ce sera la *petite forme épitoque* ou *épitoque nageuse.* Nous n'avons trouvé B_2 qu'en été. Elle a été vue par Verrill (*Proc. U. S. Nat. Mus.*, 2, 1879) et appelée par lui *Heterocirrus fimbriatus.*

» 4° Forme C_1. — Elle ne diffère de A que par la couleur jaunâtre des ovules et par la présence de nombreuses glandes à mucus dans l'ectoderme : la région comprise entre les rames des parapodes se transforme de chaque côté en un bourrelet glandulaire dont l'épaisseur atteint deux ou trois fois celle du reste du tégument. Les soies sont identiques à celle de la forme A. *Tous les individus que nous avons trouvés étaient des femelles.*

» 5° Forme C_2. — Elle dérive de C_1 comme B_2 de B_1. C'est aussi une *forme épitoque,* mais de grande taille (plus de 3^{cm}) et peu mobile (*épitoque sédentaire*). Elle a deux yeux sur le prostomium; ses palpes ont persisté. Les soies en cuiller ont disparu, dans la région moyenne, *seulement* aux rames dorsales des parapodes et sont remplacées par de longues soies capillaires mesurant jusqu'à 2^{mm}. Les glandes à mucus se sont étendues à la face dorsale et surtout à la face ventrale. Le tube digestif est atrophié comme dans B_2. Les organes segmentaires, distribués comme dans B_2, s'ouvrent *entre les deux rames des parapodes,* au milieu du bourrelet glandulaire. Cette forme est très fragile et sécrète du mucus en abondance; les œufs, qui sont jaunâtres et mesurent de 120μ à 140μ, en sont enveloppés lors de la ponte. Nous n'avons jusqu'ici rencontré C_1 et C_2 qu'au printemps dernier; elles sont très rares. Nous n'avons pas réussi à trouver un seul mâle.

» La description précédente nous conduit donc à distinguer cinq formes, groupées en trois séries (A, $B_1 - B_2$, $C_1 - C_2$) qui diffèrent entre elles :

» 1° Par des caractères morphologiques (différence de forme des soies en cuiller dans A, $C_1 - C_2$, d'une part, et $B_1 - B_2$, d'autre part; cette différence n'existe pas sur les individus ayant moins de 15 segments);

» 2° Par leurs parasites (*Gonospora constante* dans $B_1 - B_2$, *n'existant jamais* dans A, $C_1 - C_2$);

» 3° Par leur mode d'évolution. A évolue graduellement et sans métamorphose; les deux autres séries aboutissent à des *formes épitoques* par des transformations, en partie parallèles (atrophie du tube digestif, modifications de l'appareil sétigère, apparition d'yeux sur le prostomium), en partie divergentes (atrophie des palpes dans B_2, développement des glandes à mucus chez $C_1 - C_2$). L'édification des organes, en particulier des organes génitaux, est graduelle chez A et chez $C_1 - C_2$; la métamorphose, dans cette dernière série, est très progressive. Elle est beaucoup plus brusque chez $B_1 - B_2$. Au stade B_1, il y a accumulation de réserves qui remplissent la cavité générale; le passage au stade B_2 se fait rapidement, l'animal cessant de se nourrir et les réserves se résorbant pour fournir la substance des produits sexuels.

» Malgré les différences qui les séparent, nous considérons A, B, C

comme appartenant à une même espèce (*Dodecaceria concharum*) polymorphe, ayant une forme avec mâles et femelles (B) et deux formes avec femelles seulement (A, C). Entre autres raisons, l'absence de toutes traces d'organes mâles chez A et C nous détourne de les regarder comme constituant une espèce distincte de B. Pour résoudre d'une façon certaine le problème des relations entre les diverses formes, il faudrait procéder, *ab ovo*, à des éducations complètes.

» Faisons d'ailleurs remarquer que la position de la limite spécifique entre les diverses formes a une importance secondaire. Si elles appartiennent toutes à la même espèce, les individus de celle-ci évoluent très différemment suivant les cas, puisqu'ils peuvent aboutir soit à une forme atoque A, soit à l'une des deux formes épitoques B_2 et C_2. S'il y a plusieurs espèces, elles résultent nécessairement de la scission récente d'une espèce unique dont les tronçons ont une évolution morphologique et physiologique très dissemblable. Quelle que soit la réalité, ce sont là des phénomènes biologiques très curieux et auxquels nous ne connaissons d'analogues chez les Annélides que dans le cas de la *Nereis Dumerilii*, lié, lui aussi, à la présence de formes épitoques. Nous comptons prochainement exposer tous ces faits en détail. »

BOTANIQUE. — *Sur la sexualité et les affinités des Sphacélariacées.* Note de M. C. Sauvageau, présentée par M. Guignard.

« Les Phéosporées renferment environ 350 espèces réparties dans près de 20 familles, mais des organes de reproduction hétérogamique n'ont été observés que chez un très petit nombre d'entre elles; il se réduit, en effet, à deux Tiloptéridées, trois Cutlériacées et trois *Ectocarpus*. La présence d'anthéridies chez les *Ectocarpus*, découverte par Thuret, parut même si extraordinaire pendant longtemps qu'on n'en a guère tenu compte jusqu'au Mémoire publié par M. Bornet sur ce sujet en 1891; depuis, la fécondation a été observée directement. Les autres Phéosporées sont munies d'organes uniloculaires ou pluriloculaires; on dit souvent que les premiers sont des organes de reproduction asexuée, et que les seconds renferment des gamètes isogames, généralisant ainsi, sans preuve aucune, les observations faites sur l'*Ectocarpus siliculosus* et le *Scytosiphon*. La découverte d'organes sexués chez une Phéosporée appartenant à un groupe différent de ceux cités précédemment a donc une certaine importance.

» J'ai trouvé cette année, à Guéthary, au commencement de mai, le *Sphacelaria Hystrix,* que l'on n'avait rencontré jusqu'à présent qu'aux îles Canaries. Il formait, sur le *Cystoseira ericoides,* de petites touffes denses, isolées ou mêlées à celles du *Sphac. cirrosa,* enfoncées par leur base dans la plante hospitalière, qui portent, sur un même individu ou sur des individus différents, des anthéridies et des sporanges pluriloculaires qui sont très probablement des oogones. Je n'ai pas vu de sporanges uniloculaires. Les anthéridies et les sporanges pluriloculaires, presque sphériques ou peu allongés, sont identiques de forme et de dimensions, mais les logettes des premières sont plus petites. Leur différence de coloration les fait reconnaître à première vue et correspond tout à fait à celles de ces mêmes organes chez les *Cutleria* ou les *Ectocarpus secundus* et *Lebelii;* les anthéridies sont rouge orangé, les sporanges brun foncé.

» La déhiscence est identique dans les deux sortes d'organes, et indépendante pour chaque logette. Jusqu'à ce moment, la surface de l'organe se maintient lisse et uniforme; puis, de chaque logette et vers son milieu s'élève une petite verrue de plus en plus saillante, par la poussée de l'élément inclus, qui sort enfin, mais reste un instant arrondi, immobile, avant de dérouler ses cils. Dans le cas normal, la déhiscence des logettes est simultanée, et l'organe est alors recouvert d'une couche de globules qui bientôt déroulent leurs cils, s'animent et s'échappent dans toutes les directions. Après la déhiscence, chaque logette est percée d'une ouverture circulaire à bords très nets, sans bavures, indiquant une dissolution de la paroi, d'environ 3^{μ} de diamètre pour les anthéridies et 4^{μ} pour les sporanges; la petitesse de l'ouverture nécessite donc une déformation assez grande des éléments mobiles. Les organes vidés se conservent ensuite longtemps sans se déformer, les cloisons de séparation entre les logettes superposées sont très visibles; elles se rejoignent suivant l'axe de l'organe ou autour d'un méat axile.

» Un pareil mode de déhiscence n'est connu, parmi les Phéosporées, que chez les Cutlériacées, et les anthéridies des Tiloptéridées. Il est très probablement le même pour les organes pluriloculaires de toutes les Sphacélariacées. Cependant, il n'a été mentionné que par Pringsheim, à propos du *Cladostephus,* dans son Mémoire de 1873; son observation, passée inaperçue, n'a pas été vérifiée depuis, bien que plusieurs auteurs aient étudié ces plantes, et que la trace de la déhiscence reste longtemps reconnaissable sur les sporanges vidés.

» Les anthérozoïdes, piriformes, ont $5^{\mu},5$-$7^{\mu},5$ sur 3^{μ}-$3^{\mu},5$; le point

rouge situé dans la moitié postérieure est indépendant de l'insertion des cils. Les zoospores, ovales, pâles, à 3-4-5 chromatophores en disques, mesurent 13^{μ}-$13^{\mu},5$ sur $6^{\mu},5$-$7^{\mu},5$. Les déhiscences se font moins bien en cellules de culture que dans des vases; elles sont plus laborieuses et moins simultanées; je n'ai vu ni copulation, ni zoospore fixée avec deux points rouges. Les zoospores s'arrondissent en se fixant et deviennent globuleuses, mais se désorganisent au bout de peu de temps ou de quelques heures, sans toutefois se déformer, ni éclater brusquement, comme le font fréquemment les oosphères non fécondées de l'*Ectocarpus secundus*. Parfois, cependant, un très petit nombre de zoospores fixées persistent plus longtemps; j'ai conservé dans l'eau des zoospores fixées sur des lamelles; presque toutes ont disparu après quelques jours, mais j'en ai retrouvé qui quinze jours après étaient encore en parfait état, mais sans avoir poussé plus loin leur germination. Bien que je n'aie pas réussi à observer de copulation, et bien que les homologies des éléments reproducteurs soient particulièrement difficiles à établir chez les Phéosporées, il semble possible de conclure de la difficulté de germination des zoospores du *Sphacelaria Hystrix*, que ces zoospores sont des oosphères et les sporanges pluriloculaires des oogones.

» J'ai montré dernièrement que l'existence de propagules chez les Tiloptéridées était un lien entre ce groupe et les Sphacélariacées. La morphologie des organes pluriloculaires du *Sphacelaria Hystrix* nous conduit à les rapprocher davantage. Les anthéridies sont construites absolument sur le même type, mais la grande lacune axile des *Tilopteris* est représentée ici par un étroit méat. Le fait que les anthéridies du *Tilopteris* sont terminales ou intercalaires est un caractère de second ordre, simplement générique, et n'a pas à entrer en ligne de compte. D'après ce que nous savons maintenant des oogones des Phéosporées, on pourrait même supposer que les oogones des Tiloptéridées, encore inconnus, sont des organes pluriloculaires.

» Les anthéridies et les oogones des *Cutleria* correspondent aussi à ceux du *Sphacelaria Hystrix;* ils sont simplement plus étroits et, par suite, sans méat axial. Le mode d'accroissement du thalle est, il est vrai, bien différent; mais une Sphacélariacée, le *Battersia*, a un thalle crustacé sans sphacèle, comparable à celui d'un *Aglaozonia* et ses sores fructifères, qui sont ses seules parties dressées, ne paraissent pas sans analogie avec ceux des Cutlériacées. D'ailleurs, le thalle rampant de certains *Sphacelaria* (*S. olivacea*) rappelle la lame rampante découverte par M. Falkenberg à la base des germinations de *Cutleria*.

» Les Ectocarpacées, Tiloptéridacées et Cutlériacées ont donc une étroite parenté non seulement entre elles, mais avec les Sphacélariacées. Enfin, j'ai décrit chez les Myrionémacées une origine endogène des poils, jusqu'alors inconnue, et j'ai fait remarquer alors qu'elle se retrouvait chez les *Sphacelaria cirrosa* et *tribuloïdes;* elle est la même pour le *Sphac. Hystrix* et probablement aussi chez toutes les plantes de la même famille. »

GÉOLOGIE. — *Allure des couches paléozoïques sur le versant méridional de la Montagne-Noire*. Note de M. **J. Bergeron**, présentée par M. Fouqué.

« Entre Laurens et Cabrières (Hérault) s'étend une bande de terrains paléozoïques, bien connus par la richesse de leurs faunes. Elle comprend les étages suivants : l'ordovicien, le gothlandien (le gédinnien semble faire défaut), le coblencien, l'eifélien, le givétien et le dévonien supérieur ainsi constitué : à la base, le calcaire à *Gephyroceras intumescens,* puis le calcaire à *Parodoceras curvispina,* enfin le calcaire à clyménies, désigné encore sous le nom de *marbre griotte.* En quelques rares points se voient sur les griottes des calcschistes avec intercalations de bancs de lydienne. Plus rarement encore ces derniers sont recouverts par des schistes qui, dans la bande en question, n'ont jamais présenté de fossiles et sont, d'ailleurs, très peu développés. Toute la série précédente est disposée dans l'ordre normal des couches. Elle disparaît vers l'est et vers le sud, suivant les points, sous le permien ou sous le trias, dont le plongement est moindre que celui des couches plus anciennes.

» Le substratum de cette série est formé, de haut en bas, de la manière suivante : sous l'ordovicien et en concordance apparente de stratification avec lui, plongent des schistes bleus et verts, dans lesquels on a signalé la présence de *Pleurodyctium.* Par suite, ils ont été rangés dans le coblencien inférieur. D'autre part, leur position sous les schistes ordoviciens et leur concordance de stratification avec eux les avaient fait attribuer à la base de l'arenig. Mais les fossiles que M. Escot et moi y avons recueillis, bien que très mal conservés, m'ont permis d'y reconnaître une faune de la base du carbonifère. J'ai pu déterminer un Productus voisin de *Pr. semireticulatus,* un grand spirifer du groupe du *Sp. tornacensis,* un autre spirifer et un Cyrtia voisins de types carbonifères. Peut-être y a-t-il parmi les Polypiers une forme du même groupe que le *Pleurodyctium,* mais il n'y a certainement aucune espèce du coblencien inférieur.

» Sous ces schistes apparaissent, en remontant vers le nord, des calcschistes avec intercalations de bancs de lydienne; puis vient tout un ensemble de calcaires schisteux, très épais, sans autres fossiles que des tiges d'encrines. Dans les assises supérieures, assez vivement colorées en rouge, se trouvent des calcaires noduleux au milieu desquels j'ai reconnu quelques rares sections de goniatites. C'est le marbre griotte, et cette série calcaire représente tout le dévonien; mais il montre ici un facies schisteux qui rappelle celui des calcaires cambriens et qui tient aux fortes pressions auxquelles a été soumis ce massif. Il repose d'ailleurs sur les schistes de l'ordovicien inférieur.

» On a donc, en superposition, deux fois la même série, parfois avec quelques lacunes provenant d'érosions. Une pareille disparition ne peut s'expliquer que par suite du glissement du flanc sud d'un anticlinal couché, sur le flanc sud d'un second anticlinal situé plus au nord. La première bande de terrains paléozoïques est donc en *écaille* sur la seconde.

» Cette écaille a subi elle-même des pressions latérales par suite desquelles il s'est produit des plis avec chevauchements, comme c'est le cas dans la région même de Cabrières. Il serait trop long de les décrire ici. De plus les érosions récentes ont découpé cette bande en lambeaux et c'est sous l'aspect d'îlots qu'elle nous apparaît actuellement.

» De l'allure des assises permiennes et triasiques, là où elles reposent sur le paléozoïque plus ancien, on peut conclure que ces dislocations sont antérieures au permien.

» Plus vers l'ouest, entre Tarassac et Roquebrun, les terrains paléozoïques ont été soumis à d'autres efforts qui ont abouti à la formation d'un anticlinal orienté nord-sud. La voûte formée par le dévonien, et peut-être par le carbonifère, a été enlevée par érosion, et les schistes de l'ordovicien apparaissent maintenant dans la partie axiale. C'est dans ces schistes que s'est creusée la dépression dans laquelle coule l'Orb. Cet anticlinal n'était pas symétrique ; son flanc oriental, constitué par toute la série dévonienne, est à une altitude inférieure à celle à laquelle devait se trouver son flanc occidental. Il ne reste, d'ailleurs, de celui-ci que des lambeaux correspondant à la partie inférieure du synclinal adjacent. Tout cet ensemble plongeant vers l'ouest, on peut en conclure que l'anticlinal en question était renversé vers l'est. De plus, la poussée qui a produit cet accident a soulevé toute la série cambrienne à un niveau supérieur à celui de la série dévonienne dans la région orientale dont je me suis occupé tout d'abord. »

GÉOLOGIE. — *Caractéristiques du schiste bitumineux du Bois-d'Asson (Basses-Alpes).* Note de M. C.-Eg. Bertrand.

« 1. De même que le *brownoilshale*, le schiste bitumineux oligocène exploité au Bois-d'Asson est de la gelée humique solidifiée et fossilisée en présence d'un bitume. Sa charge en matières minérales est forte, elle s'élève à 62,79 pour 100. Par suite, la roche présente le facies macroscopique d'un schiste organique. Optiquement sa matière prédominante est la gelée fondamentale. Malgré son facies schisteux, la roche doit donc être regardée comme un charbon humique. C'est un second exemple de cette classe de charbon.

» 2. La gelée fondamentale jaune clair a une structure uniforme dans toute sa hauteur. Elle est stratifiée et légèrement réticulée. Sa réfringence est à peu près celle des parois des grains de pollen. Elle est moins réfringente que les corps jaunes donnés par la gélose.

» 3. Cette gelée a fait prise en se déposant. Le fait est établi par les spicules denses et par les gros disques d'*Orthosira* qu'elle a retenus en suspension. D'autre part, cette gelée était alors extrêmement diluée. Cette dilution est indiquée par la structure réticulée qu'elle a prise lors de sa coagulation. Elle est encore montrée par cet autre fait que les corps légers comme les petites Diatomées et les spicules creux y sont suspendus couchés en position stable. Sa consistance était inférieure à celle d'une gelée aqueuse de gélose titrant 0,004.

» 4. Malgré cette extrême dilution, la contraction de la gelée fondamentale a été très faible : 2,00 sur la verticale, 1,53 parallèlement à l'horizontale transverse, 1,43 parallèlement à l'horizontale radiale [1]. Soit 4,37 en volume. Cette contraction est insuffisante pour expliquer l'origine des matières hydrocarbonées contenues dans la roche. Les grains de pollen et les thalles ont agi comme des corps durs par rapport à la gelée fondamentale.

» 5. La contraction massive de la gelée a déterminé dans sa masse encore molle la production de fentes horizontales qui ont été comblées par un exsudat. Cet exsudat a fait prise comme la gelée initiale. Il tient en suspension des Diatomées et des spicules sphérulaires extrêmement légers,

---

[1] Ces nombres ont été obtenus par des mesures prises au voisinage d'*Orthosira* et de spicules en navette.

des lambeaux lamellaires de la gelée initiale, des écailles fragmentaires de bitume cassées à angles vifs, et des bactérioïdes. Ces derniers corps y sont uniformément répartis. L'exsudat a localisé très nettement la matière minérale, qui est venue y cristalliser très nettement en colonnettes radiées. Postérieurement à la solidification de la roche, les fentes horizontales ont été souvent le siège de grandes ruptures où est venue cristalliser la calcite tardive.

» 6. Je n'ai pas rencontré dans cette gelée de coupures obliques ou de glissements produisant une stratification disloquée.

» 7. La matière argileuse n'est pas individualisée en cristaux tardifs dans le schiste du Bois-d'Asson comme elle l'est dans le brownoilshale. Sa localisation par la gelée fondamentale n'y est donc pas immédiatement reconnaissable.

» 8. La charge de la gelée fondamentale en bactéroïdes est très faible. Ces corps y sont bullaires et flottants.

» 9. Les corps jaunes du schiste du Bois-d'Asson proviennent de la fossilisation dans la gelée brune, en présence d'un bitume, de grains de pollen, de thalles d'une algue gélosique et de fragments résineux. Il y a 1536 grains de pollen par millimètre cube. Ces corps forment à peine 0,003 du volume de la roche. Il y a 224 thalles du *Botryococcites Largac*. Ces algues forment 0,004 du volume du schiste. Il s'agit d'une algue flottante à gelée interposée entre les éléments cellulaires rayonnants. Ils ont produit des corps jaunes d'origine gélosique. Les fragments résineux sont très constants, mais très rares. La grande abondance numérique du pollen et des algues montre comment se fait la transition des charbons humiques aux charbons gélosiques ou bogheads et aux charbons polliniques. Le schiste du Bois-d'Asson ne mérite pas l'appellation de boghead, la gélose fossilisée n'y étant pas la matière dominante.

» 10. Le schiste du Bois-d'Asson contient des spores de Thallophytes, en particulier quelques spores tétracellulaires en séries linéaires. Il contient de très nombreuses Diatomées dont la plus facilement reconnaissable est un grand *Orthosira* voisin de notre *O. arenaria*. Ce sont des Diatomées d'eau douce. Il contient aussi de très nombreuses spicules de spongiaires, spicules en navette, spicules en haltère, spicules sphérulaires. On y voit quelques lames chitineuses. Les menus fragments végétaux humifiés y sont rares. De loin en loin j'ai observé un fragment de feuille. Par ses Diatomées et ses spicules, le schiste du Bois-d'Asson rappelle le schiste de Menat (Puy-de-Dôme).

» 11. La masse organique du schiste du Bois-d'Asson a subi un enrichissement en matières hydrocarbonées. Sa gelée fondamentale et les corps accidentels qu'elle contient ont été soumis à une imprégnation bitumineuse. Le bitume est arrivé tout formé. On ne voit nulle part dans la masse de la roche de corps organiques en décomposition produisant du bitume. Il s'agit d'un bitume peu condensé très facilement figeable. La pénétration de ce bitume a été très hâtive. Cette pénétration est postérieure à la coagulation de la gelée parce que le bitume n'englobe jamais directement les spicules et les Diatomées. Ce bitume se présente à l'état de gouttelettes, de minces lames et de filets affaissés et figés. Lors de la production des grandes fentes à exsudat, le bitume déjà figé n'y a pas pénétré en gouttelettes, mais seulement à l'état de fragments écailleux entraînés mécaniquement comme les autres corps légers que l'exsudat tenait en suspension. Les gouttes bitumineuses sont souvent vacuolaires, à vacuoles étirées. Parfois les vacuoles y sont réinjectées par un bitume plus coloré. Les gouttes bitumineuses voisines ne sont pas soudées. La richesse du schiste du Bois-d'Asson en bitume provient non pas de la rétention de cette matière par sa localisation sur la gelée brune fondamentale, mais de sa conservation presque uniquement mécanique dans cette gelée.

» J'ai compté 420 gouttelettes bitumineuses dans 1^{mmc} de schiste. Elles forment 0,036 du volume total du schiste. Par cette charge relativement élevée en bitume libre, le schiste du Bois-d'Asson constitue une variété intéressante dans la classe des charbons humiques.

» 12. Le schiste du Bois-d'Asson ne contient ni coprolithes, ni coquilles d'Ostracodes.

» 13. Ses minéraux tardifs sont la calcite, la glauconie et la pyrite. Celle-ci est uniformément répartie.

» 14. Vers le haut de la couche de schiste, les Diatomées disparaissent et sont altérées. Les spicules disparaissent ensuite. La gelée fondamentale avec ses organites, les grains de pollen et les thalles de Botryococcites, se retrouve dans la dalle qui recouvre le schiste. La gelée et ses organites vont s'y raréfiant à mesure qu'on s'éloigne du schiste.

» 15. A part le mode d'intervention du bitume, les conditions géogéniques essentielles de la formation du schiste du Bois-d'Asson sont celles qui ont déterminé la formation du schiste ciré d'Écosse. »

MÉDECINE. — *Sur les malades rapatriés par les navires affrétés du Commerce et les transports-hôpitaux de l'État.* Note de M. **Bonnafy**, présentée par M. Lannelongue.

« Au moment où l'on préparait la dernière expédition de Madagascar, l'opinion publique se préoccupa vivement du meilleur moyen qu'il convenait d'employer pour rapatrier les malades qui forcément devaient être nombreux.

» La question était de savoir si l'on aurait recours aux *navires affrétés du Commerce* ou si l'on se servirait tout simplement des *transports-hôpitaux* de l'État. Les gens de métier donnaient sans hésitation leurs préférences aux transports de l'État; mais ils ne pouvaient étayer leur choix sur aucune donnée mathématique; aussi les partisans des affrétés, très ardents et criant très fort, l'emportèrent.

» Comme nos transports-hôpitaux de l'Etat, spécialement construits pour la relève des troupes de la Marine aux colonies et le rapatriement des malades, existent encore quoique immobilisés depuis 1895, j'estime qu'il y a un intérêt sérieux à vous présenter et à faire connaître les résultats d'une statistique de M. Bonnafy, médecin en chef de la Marine, qui établit, d'après les rapports médicaux officiels, la valeur absolue et surtout relative de ces navires.

» Les transports-hôpitaux de l'État, dont le nombre s'élève actuellement à sept, ont commencé à fonctionner en 1879 pour l'Indo-Chine.

» Les conditions de rapatriement étaient une traversée de trente-quatre jours en moyenne, de Saïgon à Toulon, et des parages remarquablement mauvais pour les malades, l'océan Indien et la mer Rouge.

» Dans la période quinquennale allant de 1879 à 1883, ces transports-hôpitaux donnèrent comme moyenne de pertes 17 décès sur 1000 malades (1,7 pour 100); voilà pour leur valeur absolue. Voyons maintenant leur valeur relative :

» A partir de 1886 et jusqu'en 1895, époque où nos transports-hôpitaux ont été immobilisés, pour des raisons absolument étrangères à l'hygiène, on fit concourir, au rapatriement des malades de l'Indo-Chine, des bâtiments affrétés du Commerce. Pendant dix ans (1886-1895), ces deux moyens de transport ont donc fonctionné parallèlement, et cela sensiblement dans la même mesure, puisque, dans cette période, les transports de l'État ont rapatrié 11322 malades et les affrétés du Commerce 11343.

» Si l'on prend la moyenne des pertes subies pendant les traversées, on constate que, sur 1000 malades, les transports-hôpitaux de l'État en perdaient seulement 18, tandis que les affrétés du Commerce en perdaient 26.

» En dehors des services rendus à notre corps d'occupation de l'Indo-Chine, nos transports-hôpitaux ont encore été fort heureusement utilisés dans plusieurs autres expéditions soit coloniales, soit navales, notamment dans l'escadre de l'amiral Courbet sur les côtes de la Chine.

» Il ne faut pas oublier que, grâce à leurs excellents aménagements, en cas d'urgence, pour l'hospitalisation sur place, ces navires pouvaient être immédiatement transformés en *hôpitaux flottants*. Considérés sous ce dernier point de vue, ils pourraient recevoir très largement 300 malades; ce qui, pour fixer les idées, correspond, comme rendement, à trois hôpitaux de campagne. C'est pareil rôle que joua l'un de ces navires, le *Mytho*, dans l'expédition du Dahomey, en 1892, et c'est certainement à cet hôpital flottant, qui permit de soustraire sans retard aux influences telluriques les soldats gravement atteints par le climat, que fut dû en grande partie le succès sanitaire de cette campagne, si bien préparée et conduite par la Marine, et qui est, nous semble-t-il, trop laissée dans l'ombre.

» Pour bien rendre à cette expédition sa vraie physionomie, il nous suffira de relever la donnée suivante :

» Vous savez que, pour mieux apprécier une expédition coloniale, le meilleur critérium réside dans le rapport qui existe entre les morts par le feu de l'ennemi et les morts par la maladie.

» D'autre part, nous avons tous présents à l'esprit les éloges, mérités d'ailleurs, qui furent accordés à l'expédition des Anglais, en 1873, contre les Ashantis dans les mêmes parages.

» Or, si nous comparons les résultats de ces deux expéditions, voici ce que nous constatons en ce qui concerne les effectifs européens, c'est-à-dire les troupes blanches :

» Pour deux morts par le feu de l'ennemi, les Anglais eurent huit morts par maladie, et nous cinq seulement. »

A 4 heures un quart l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 5 heures. J. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 6 juin 1898.

Annales de Chimie et de Physique, par MM. Berthelot, Friedel, Mascart, Moissan. Juin 1898. Tome XIV. Paris, Masson et Cie, 1898; 1 fasc. in-8°.

Mémoire sur le Mascaret, par M. Partiot, Ingénieur des Ponts et Chaussées. (Extrait des *Annales des Ponts et Chaussées.* Ier Cahier de 1861.) Paris, Dunod, 1891; 1 broch. in-8°. (Présentée par M. Bouquet de la Grye.)

Traité de Métallurgie du fer. Tome premier : *Élaboration des métaux,* par Léon Gages, Capitaine d'Artillerie, etc. Paris, J. Fritsch, 1898; 1 vol. grand in-8°. (Présenté par M. Ad. Carnot.)

L'oxyde de carbone, le grisou et le grisoumètre, par M. le Dr Gréhant, Professeur au Muséum d'Histoire naturelle. (Extrait du *Bulletin* de la Société d'encouragement pour l'Industrie nationale. Avril 1898.) Paris, Chamerot et Renouard, 1898; 1 fasc. in-4°. (Présenté par M. Ad. Carnot. Renvoyé au concours Montyon : Arts insalubres.)

Recherches sur les limites de l'absorption de l'oxyde de carbone, par le sang d'un mammifère vivant, par M. N. Gréhant, Professeur au Muséum d'Histoire naturelle. (*Arch. de Physiologie.* N° 2. Avril 1898.) Paris, Masson et Cie; 1 fasc. in-8°. (Présenté par M. Ad. Carnot. Renvoyé au concours Montyon : Arts insalubres.)

Coup d'œil sur la Géographie médicale, son passé, son présent et son avenir, par M. le Dr Paul Fabre (de Commentry). Paris, G. Steinheil, 1898; broch. in-8°. (Présenté par M. Lannelongue.)

ERRATA.

(Séance du 23 mai 1898.)

Page 1534, ligne 17, *au lieu de* Note de M. Charles Lapierre, *lisez* Note de M. Charles Lepierre.